Environmental Protection Series

Post-project Analysis and the Improvement of Guidelines for Environmental Monitoring and Audit

Report EPS 6/FA/1
August 1990

Canada

Environment Canada | Environnement Canada

Post-project Analysis and the Improvement of Guidelines for Environmental Monitoring and Audit

by

M. Davies
Centre for Environmental Management and Planning
University of Aberdeen
Scotland

and

B. Sadler
Institute of the North American West
Victoria, B.C.

for the

Environmental Assessment Division
Conservation and Protection
Environment Canada

Report EPS 6/FA/1
August 1990

91-00267/

Canadian Cataloguing in Publication Data

Davies, M. (Matthew)

Post-project analysis and the improvement of guidelines for environmental monitoring and audit

(Report ; EPS 6/FA/1)
Text in English and French with French text on inverted pages.
Title on added t.p.: Analyse postprojet et amélioration des lignes directrices pour la surveillance et la vérification environnementales.
Includes an abstract in French.
Includes bibliographical references.
ISBN 0-662-57752-3
DSS cat. no. En49-18/6-1

1. Environmental monitoring -- Canada -- Handbooks, manuals, etc. 2. Environmental impact analysis -- Canada -- Handbooks, manuals, etc. 3. Environmental impact statements -- Canada -- Handbooks, manuals, etc. 4. Environmental audit -- Canada -- Handbooks, manuals, etc. I. Sadler, Barry, 1945- . II. Canada. Environment Canada. III. Series: Report (Canada. Environment Canada) ; EPS 6/FA/1. IV. Title.

TD194.7D28 1990 363.73'63'0971 C90-098664-6

© Minister of Supply and Services Canada 1990
Catalogue No. En 49-18/6-1
ISBN 0-662-57752-3
BEAUREGARD PRINTERS LIMITED

Review Notice

This report has been reviewed by the Environmental Assessment Division and approved for publication. Approval does not necessarily signify that the contents reflect the views and policies of Environment Canada. Mention of trade names or commercial products does not constitute recommendation or endorsement for use.

Readers' Comments

Comments regarding the content of this report should be addressed to:

Chief, Environmental Assessment Division
Conservation and Protection
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Abstract

This report presents guidelines for monitoring and auditing environmental impacts for the purpose of improving predictive and assessment capabilities. The guidelines cover baseline and effects monitoring, formulating environmental impact predictions, classifying environmental impacts, planning and conducting the audit, and reporting the results. Recommendations are also made regarding federal policy for environmental monitoring and audit, testing the utility of the guidelines through demonstration projects, and further directions for related work including the coverage of social impacts.

Table of Contents

Abstract v
List of Figures ix
List of Tables ix
Acknowledgements x

Section 1
Introduction 1
1.1 Purpose and Scope 1
1.2 Research Guidelines 1
1.3 Report Organization 2

Section 2
Guidelines for Monitoring and Audit 3
2.1 Baseline Monitoring 3
2.2 Formulating Environmental Impact Predictions 3
2.2.1 Verifying the Hypotheses 3
2.2.2 Classifying Environmental Impacts 4
2.2.3 Comparing Predictions 4
2.3 Effects Monitoring 5
2.4 Format of the Environmental Impact Assessment Report 5
2.5 Planning the Audit 5
2.6 Conducting the Audit 6
2.7 Reporting Audit Results 6

Section 3
Background and Context of Environmental Monitoring and Audit Activities 7
3.1 Introduction 7
3.2 Statement of Rationale and Purpose 7
3.3 Definition of Terms 7
3.3.1 Post-project Analysis 7
3.3.2 Monitoring 8
3.3.3 Auditing 8
3.4 The Role of Monitoring and Audit in Environmental Impact Assessment 8

Section 4
Developing the Audit Trail 10

4.1 Introduction **10**
4.2 Selection of Projects for Audit: Criteria for Suitability **10**
4.3 Design of Baseline Studies **11**
4.4 Impact Prediction and Formulation **12**
4.5 Effects Monitoring Activities **16**
4.6 Presentation of Scientific Data in Environmental Documentation **18**

Section 5
Conducting the Audit **20**
5.1 Introduction **20**
5.2 Selection of Projects **20**
5.3 Determination of Scope **20**
5.3.1 The Need for Focus **20**
5.3.2 Auditing Criteria **21**
5.4 Identifying Resource Requirements **21**
5.5 Identification of Predictions **22**
5.6 Collection of Data **23**
5.7 Analysis **25**
5.8 Reporting Environmental Audit Results **26**

Section 6
Recommendations **29**
6.1 Policy for Monitoring and Audit **29**
6.2 Selection of Projects **29**
6.3 Demonstration Projects **29**
6.4 Monitoring and Audit of Social Impacts **30**

References **31**

Bibliography **32**

Appendix
Basic Considerations in the Experimental Design of Monitoring Activities **35**

List of Figures

1 The Role of Monitoring and Audit Activities in Environmental Impact Assessment (EIA) 9

2 Wildlife - Caribou: Example of a Terrestrial Impact Hypothesis 14

3 Flowchart Used to Determine the Appropriate Statistical Test 26

4 Flowchart for Considering Causes of Variance Between Predicted and Actual Effects 27

List of Tables

1 A Decision Protocol for Environmental Impact Assessment Development 11

2 Categories Used to Describe the Probability of Environmental Impact 17

3 Characteristics of Predictions Related to a Model of an Ideal Environmental Impact Prediction 24

Acknowledgements

The time and expertise of those who have helped in the formulation of this publication are gratefully acknowledged. Special thanks are due to Bruce Stacey and Claire Miquet of Environment Canada, Bill Ross, Faculty of Environmental Design, University of Calgary and to the United Nations Economic Commission for Europe (ECE) Task Force on Post-Project Analysis. Additional credit for this publication is also extended to Bob Weir of Environment Canada and Paul MacDonald of Transport Canada for their direction, advice and sponsorship.

Section 1

Introduction

1.1 Purpose and Scope

This report presents guidelines for undertaking post-project analysis to improve the effectiveness of environmental impact assessment (EIA). It focuses specifically on the role and relationship of monitoring and audit for this purpose. When applied in a disciplined and systematic approach, these activities help us to gain a better understanding of the environmental impacts created by development projects. The report also examines effective methods for improving the predictive and mitigative aspects of EIA practice.

The report was jointly commissioned by Environment Canada and Transport Canada. It is aimed primarily at line agencies of the Government of Canada responsible for implementing the Federal Environmental Assessment and Review Process (EARP). At present, there is no formal provision for the conduct of EIA monitoring and audit activities. Instead they are undertaken on an informal and *ad hoc* basis. This approach was widely criticized at the National Consultation Workshop on Federal Environmental Assessment Reform. It was recommended to the Federal Environmental Assessment Review Office[1] that post-project analysis, including monitoring and auditing, should be placed on a more systematic basis.

1.2 Research Guidelines

The starting point for the present report was the proceedings of the Banff conference on Canadian and International experience in Audit and Evaluation for Environmental Assessment and Management.[2] A series of audits based on the results of Canadian project assessments were commissioned by Environment Canada as the basis for the Conference. These audits were supplemented by a larger number of case studies from North America. Several recommendations for improving capabilities in the follow-up phase of EIA were made on the basis of workshop discussion. The present report, in drafting working guidelines for the preparation of EIA audit and monitoring, incorporates the conclusions and recommendations of the Banff conference and relates these to case experience in the United Kingdom. This report also reflects the theme of the research prospectus on Evaluation in Environmental Assessment prepared by the Canadian Environmental Assessment Research Council. Furthermore, it is intended to complement the work of the Economic Commission for Europe Task Force on Post-project Analysis (1990)[3] which focused primarily on questions of procedure and project management capability.

It must be emphasized that this discussion will focus on guidelines which are aimed at gaining a better understanding of the actual environmental impacts of development projects. They are also directed towards improving the methodology of environmental assessment and management. Obviously, these are only a few aspects of effects monitoring and post-project analysis. Many of the suggestions made with respect to science-oriented monitoring and audit may be used to good advantage in organizing activities with more immediate, and practical benefits in the impact management phase. However, this report does not deal explicitly with these matters. It is clear that a number of questions about the relationship of monitoring for scientific and project control purposes remain unresolved.[4] Their resolution represents the next step in process development for EIA follow-up. In the

interim, it is imperative to exercise judgement and caution when applying the proposed guidelines to environmental management.

1.3 Report Organization

The report is organized into five parts:

(a) a "stand alone" user guide describing the sequence of activities necessary to conduct monitoring and audit,

(b) a background context which outlines the scope and role of monitoring and audit and their relationship to other components of environmental impact assessment,

(c) a review of the adjustment necessary to the EIA process to establish the preconditions for audit,

(d) a step by step guide to the identification of tasks involved in planning and implementing EIA audits, and

(e) recommendations resulting from the study.

Section 2

Guidelines for Monitoring and Audit

2.1 Baseline Monitoring

Baseline monitoring should be planned and initiated during the scoping phase of environmental impact assessment. Monitoring can then be integrated with impact prediction and evaluation and readjusted as necessary to focus on key impacts as the project proceeds.

Monitoring must be regarded as a continuous activity, paralleling project development. The function and subsequent design of effects monitoring programs must be recognized at the outset of baseline activities and planned appropriately.

Baseline measurement should commence, whenever possible, at least one year prior to project start-up. However, pragmatism in the design of baseline programs is necessary. Appropriate use should be made of existing or surrogate data whenever the collection of new information is not possible.

Clear, precise, and unambiguous records must be kept on all matters relating to monitoring activities. Details of the methods and techniques employed, assumptions made, and the complete range of results obtained should be recorded so that later comparisons can be made in an equivalent context.

A monitoring plan should be developed in which monitoring is a continuous activity. The plan should provide structure to the collection of information, ensuring its relevance to environmental assessment over a sufficient time period. This information must also be in a form that is scientifically appropriate. The requirement for auditing should be part of the monitoring plan design.

2.2 Formulating Environmental Impact Predictions

Predictive environmental impact statements should be expressed as testable hypotheses.

2.2.1 Verifying the Hypotheses

By verifying the hypotheses, any changes to the environment can be analyzed with greater accuracy and be better understood. This will result in more accurate predictions for the future.

Probabilities or degrees of certainty should be stated more explicitly, making predictions more conducive to analysis and providing a more precise indication of what is anticipated.

Statements of probability should reflect the level of confidence placed in the original data.

Greater precision in the expression of predictions should be achieved. More information should be made explicit.

For example:

- What is the probability of the environmental impact occurring?
- What variable is subject to change due to the development?
- What is the magnitude of the potential effects resulting from the development (for example, number of people affected)?
- What is the geographical extent of the environmental impact?
- What is the time scale of the environmental impact?

- What is the environmental significance of the impact?
- How much certainty or confidence may be placed in the prediction, based on the quality and quantity of environmental information used in the prediction?

An example of a prediction could be: "The effect of a 5°C rise in river temperature in the region 100 m downstream from the discharge point will cause no change in the distribution of eggs and fry from the salmon fishery".

2.2.2 Classifying Environmental Impacts

In cases where it is difficult to quantify impact predictions, sound judgement, based on experience, should be used to make qualitative assessments.

It is useful to establish different categories of qualitative assessment in order to represent different levels of severity. Three categories to describe effects are commonly used:

- minor,
- moderate,
- major.

Wherever possible, quantitative thresholds should be applied to the definition of minor, moderate, or major environmental impacts. Such thresholds may be based upon statutory, in-house standards or policy objectives. However, the basis of the categorization should be explicit.

For example, a **minor** environmental impact may be defined as an occurrence whereby the statutory limit or consent will not be approached. By contrast, a **moderate** environmental impact occurs when the statutory limit or consent will be approached but not exceeded, and a **major** environmental impact occurs when the statutory limit will be exceeded and where ameliorative action is required to reduce the interaction to within acceptable limits.

Examples of interactions which should be represented in this manner include:

- gases and particulate matter emitted to the atmosphere (concentrations/ volumes),
- chemical constituents of aqueous emissions, discharges or run-off (concentrations/volumes),
- noise levels,
- employment levels,
- traffic movements.

Where quantitative thresholds cannot be expressed, each term should be defined as clearly as possible and be based upon:

- the importance of the environment, activities or interests affected,
- public acceptability of environmental impact,
- whether the environmental impact affects rare or endangered species, habitats, or sites,
- the reversibility or irreversibility of effects,
- the frequency, duration and magnitude of an environmental impact,
- expert judgement.

A convention for predictions associated with mitigation should be adopted which considers non-mitigated environmental effects first, mitigated effects second and residual effects third.

2.2.3 Comparing Predictions

The anticipated effect, in the absence of remedial intervention should be stated first. The effect it will likely have following remedial intervention should be stated second, thereby drawing a distinction between the two predictions. The degree of difference that the intervention is expected to make must also be stated explicitly.

2.3 *Effects Monitoring*

Effects monitoring should be designed to establish cause-effect relationships and to provide the basis for environmental impact management through the implementation of corrective action.

It is important that the basic elements of experimental design are applied to the design of monitoring programs. For example, the establishment of "reference" or "control" data sets for conventional experimental methods, makes it possible to change environmental parameters so that they are linked to specific project effects with greater certainty.

Recognizing monitoring as a continuous activity makes it possible to combine the function of reference monitoring with that of baseline monitoring (Appendix). Consistency in terms of measurement methods and analytical interpretive techniques must be maintained throughout the project cycle. This is important if valid comparisons are to be made between the conditions that existed before and after a particular environmental impact.

2.4 *Format of the Environmental Impact Assessment Report*

Environmental impact assessment reports must be readable and present predictions as hypotheses in a form which is both clear and understandable. A two-volume format is useful. The first volume would provide a non-technical summary of the main findings of the assessment; the second would consist of detailed technical information and analysis.

The report should not be considered a single document produced purely for the purposes of project authorization, but should be a working text to be updated and revised throughout the life of the project. Reports may be presented as loose-leaf documents which can be modified and amended as new information becomes available or when new design features or operating procedures are incorporated into the project.

2.5 *Planning the Audit*

For projects which require auditing, but for which audit preconditions have not necessarily been met, the suitability of a particular project must be determined by answering the following questions in the affirmative:

- Is the development currently operational?
- Has it operated for a period of time sufficient to allow environmental impacts to have occurred?
- Have predictions about possible environmental impacts been made?
- Are monitoring schemes in place, and in a form that provides data to enable comparison between actual and predicted effects?

Determining the scope or focus of the audit is an integral component of audit planning.

- Will the audit focus on the testing of predictive techniques?
- Will it focus on environmental impacts of special interest or concern?
- Will it focus on the extent to which mitigation has been implemented and the degree to which it has been effective?
- Will the focus be different from those indicated above?
- What is the quality and quantity of information already existing on the predicted environmental impacts?
- What is the significance of the predicted effects?
- Is monitoring and assessment of accuracy feasible?

- What is the value of information to be gained when compared with the costs of the audit?

Resource requirements must be established. Relevant expertise, in terms of discipline, familiarity with operation, management and institutional techniques must be obtained. Responsibilities must be defined.

2.6 Conducting the Audit

A procedure should be adopted which facilitates the identification and selection of predictions which are conducive to auditing. It should attempt to relate predictions to actual effects in a scientific manner and analyze the causes of variation between them in order to identify reasons for success or shortfall.

Before predictions can be identified, a definition of the term should be adopted. The following is suggested:

A prediction is a statement concerning anticipated changes in a particular environmental parameter or parameters arising from a specific action or course of action and can also include statements of **no** anticipated change.

Once predictions have been identified, their suitability for audit must be determined, by posing the following questions:

- Is quantitative comparison possible?
- Are statistical tests applicable?
- Does information exist with which to test predictions?

Consideration must be given to the way in which information will be analyzed to test the hypothesis. A number of questions must be answered to help determine this.

- What is the nature and form of data to be collected?
- What are the potential sources of data?
- What appropriate methods exist already? Are they consistent with methods, sampling and analytical techniques which have been used previously?
- Are there any limitations in the utility of the predictions?

The purpose of this analysis is to establish the relationship between predicted and actual environmental impacts. This will provide a better understanding of the accuracy of predictions and the value of the assessment. Suitable methods for analysis must be selected, their nature being influenced by the type of data to be analyzed. Possible methods of analysis will include statistical tests and comparisons made by informed judgement.

2.7 Reporting Audit Results

The findings of audits should be openly and widely communicated in order to facilitate improvements in the formulation of environmental regulations, the design and execution of projects and the practice of EIA, through the promotion of learning by experience.

Section 3

Background and Context of Environmental Monitoring and Audit Activities

3.1 Introduction

Environmental monitoring and auditing activities are an emerging area of research interest. The benefits of these activities are being recognized, but they have not yet become an established part of EIA. A background context or frame of reference for linking monitoring and audit with this broader process is outlined in this section. It encompasses:

(a) a statement of the rationale for and purpose of monitoring and audit,

(b) a definition of the nature and scope of related terms, and

(c) a model of the role and place of monitoring and audit in building an integrated and adaptive EIA process.

3.2 Statement of Rationale and Purpose

The rationale for undertaking monitoring and audit can be illustrated by reference to the traditional problems associated with EIA practice. While the institutional frameworks and systems for its conduct vary, EIA remains a predictive exercise which is focused on the identification of changes resulting from development proposals. This process eventually leads to the preparation of an environmental impact statement (EIS) or similar document which establishes the terms and conditions for project approval. The paradox of EIA, as it is currently practiced, is that relatively little attention is paid to the actual effects resulting from project construction and operation. Without some form of systematic follow-up to decision making, EIA may become a *pro forma* process; a paper chase to secure a development permit rather than a meaningful exercise in environmental management.

Monitoring and audit are among the methods used to convert EIA from a static process to an iterative process which is characterized by feedback and adjustment. They provide information which is useful at a number of points following project approval. Ongoing monitoring, for example, provides the basis for fine tuning mitigation measures. It also facilitates other management interventions during the project implementation stage.

At the post-project stage, monitoring data provides a basis for auditing and identifying the record of change. Auditing is also used to verify the accuracy of predictions and the utility of mitigation measures. The transfer of knowledge on the nature of effects and appropriate methods of analysis is designed to improve future project design and the environmental impact assessment process.

3.3 Definition of Terms

Monitoring, audit and related activities are variously defined within the literature. The terms are often used inconsistently. One of the recommendations from the Banff Conference on Audit and Evaluation in Environmental Assessment and Management was for the establishment of a common vocabulary to avoid confusion. Some of the most common definitions are:

3.3.1 Post-project Analysis

This is the general term used to refer to research and supporting activities which take place after a project has been built. This process can be distinguished, in principle,

from project implementation which has a control rather than a review function, and an immediate, rather than long-term time horizon.

3.3.2 Monitoring

In general terms, monitoring is the systematic collection of data through a series of repetitive measurements. There are several types of monitoring which are relevant to EIA:

(a) **Baseline monitoring** refers to the measurement of environmental variables during a representative preproject period to try and determine existing conditions, ranges of variation, and processes of change,

(b) **Effects or impact monitoring** involves the measurement of environmental variables during project construction and operation to determine the changes which may have occurred as a result of the project, and

(c) **Compliance monitoring** takes the form of periodic sampling and/or continuous measurement of waste discharge levels, noise, or similar emission, to ensure that conditions are observed and standards are met. (Surveillance and inspection may also be used for this purpose and need not necessarily involve measurement or be a repetitive activity).

3.3.3 Auditing

This is an accounting term which has been borrowed because it conveys the notion of data certification and verification of practice. Its purpose is to improve scientific understanding and EIA methodology. In this context, the term refers to:

(a) the organization of monitoring data to establish the record of change associated with a project, and

(b) the comparison of actual versus predicted impacts.

On the basis of monitoring data, the EIA audit will examine the reasons for variance between predicted and actual environmental impacts. This information can be related to the nature and quality of the data base, and the choice and application of assessment and mitigation methods. This type of analysis involves a considerable amount of interpretation and judgement. It also goes beyond the narrow notion of an audit aimed at ensuring compliance with some form of predetermined standards or objectives.

The term "environmental audit", in this latter sense, is often used to refer to tasks undertaken for management security in the operation of a plant. It may also refer to compliance with statutory requirements and corporate objectives, including environmental management procedures. This type of activity relies on interview and document review and represents the conventional understanding of a "paper trail" audit.

For the purpose of this report, an audit is associated with activities aimed at improving the scientific and technical capability of EIA and is orientated more towards the practice of EIA than the evaluation of individual projects.

3.4 The Role of Monitoring and Audit in Environmental Impact Assessment

The role and relationship of monitoring and audit activities in EIA processes are illustrated in Figure 1. As envisaged here, monitoring will become an integral part of EIA for major projects which are environmentally significant and typically characterized by uncertainty and controversy. Baseline monitoring programs are structured by screening and scoping, and are subsequently refocused at the environmental impact analysis stage. These programs continue through the implementation and operational phases to provide data on residual effects.

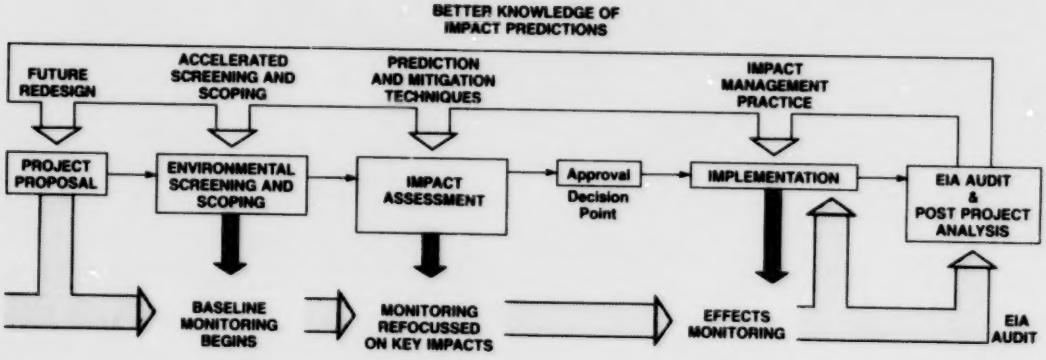


Figure 1 The Role of Monitoring and Audit Activities in Environmental Impact Assessment[5]

The auditing of an environmental impact assessment is an element of post-project analysis which includes administrative and management review. Auditing triggers the chain of events identified in Figure 1 which provide feedback to the monitoring process. Sections 4 and 5 will provide an in-depth analysis of the steps involved to that end.

At this stage, the main point to emphasize is that monitoring and audit are critical for translating the concept of integrated and adaptive EIA into operational terms. This approach, which remains the international currency of theory and practice, is based on the fundamental recognition that our existing scientific knowledge of ecological processes is characterized by uncertainty. Many project induced changes in more complex natural systems are at best difficult to predict. No EIA, however rigorous the analysis, will be able to overcome this basic constraint. Coping with the unexpected requires a flexible approach in which monitoring backed by audit is part of a continuing process of experimental design and adaptation.

The importance of monitoring and audit activities for improving the scientific basis of the Federal Environmental Assessment Review Process (EARP) was clearly recognized at the National Consultation Workshop held in Ottawa, March 8 to 10, 1988. Specific attention was given to the role of project audit and monitoring in reinforcing and extending administrative and procedural reviews. The reviews are designed to ensure compliance in the implementation of the process. It was recommended that audits of the type discussed in this report should be carried out on a regular basis. This requirement was linked to the importance of applied research to test impact hypotheses and improve predictive methods. The discussion which follows reflects the rationale behind this recommendation.

Section 4

Developing the Audit Trail

4.1 Introduction

Monitoring and audit are already accepted as part of the sequence of environmental impact assessment (EIA). These processes establish quality control and feedback from the environmental impact assessment process.

In order for feedback to operate effectively, a number of conditions must be met. First, the protocols for determining what projects should be subject to an audit must be determined. Second, certain process requirements must be established for the activity to work properly. Specifically, these requirements relate to monitoring activities, to the formulation of impact predictions, and to the format of EIA reports. It is these preconditions, which form the audit "trail", that are the focus of this section.

4.2 Selection of Projects for Audit: Criteria for Suitability

The first step in planning for an environmental audit is to identify the ways this component can be incorporated into the federal EARP. A formal strategy for experimental research design is proposed in this section. It is based on the criteria for determining the environmental significance of proposals contained in the *Guide to Initial Assessment* prepared by the Federal Environmental Assessment Review Office (1986). The strategy is also based on the established procedures used to conduct an initial environmental evaluation (IEE) and/or to refer a proposal for independent panel review. What this system accomplishes, in essence, is to ensure that the level of analysis is consistent with the nature, importance and scope of the problem and, by extension, the degree of confidence in predictive capability.

By definition, proposals which require an IEE and/or panel review are large-scale projects characterized by scientific uncertainty about their potential environmental impacts. By their very nature these projects are suitable candidates for environmental monitoring and audit for the purpose of improving scientific understanding of environmental impact prediction and EIA methodology. A memorandum of understanding with respect to this approach would constitute a useful first step to incorporating environmental monitoring and audit as a vector for experimental research. Table 1 provides a classification of the type of relationship between levels of uncertainty and the research efforts which might be entertained. In general, if the degree of confidence in predicting potential effects is low, the research effort will be more intensive.

The audit process is not the exclusive domain of larger projects. Small-scale projects and programs are equally applicable, and the benefits derived from monitoring and audit are equally relevant to improving EIA practice. The basic objective, in selecting projects for audit, is to maximize the return on investment in terms of data generated and the ability to learn from experience. The philosophy of an audit is that it is relevant for all development projects regardless of the scale of activity involved. The audit should therefore become an accepted part of all project appraisals and management practices, instead of being used exclusively for projects covered by existing policy or legislation.

The idea behind an EIA audit is to institutionalize the trial and error approach which is required to deal with complex ecological and socioeconomic problems. It provides the criteria for assessing the

Table 1 A Decision Protocol for Environmental Impact Assessment Development[5] (Linking Confidence Limits and Project Approvals)

CONFIDENCE LEVELS	DATA SET RATINGS	PROCESS KNOWLEDGE	APPROACH PERMITTED	APPROVAL	COLOUR CODE	TERMS AND CONDITIONS OF IMPLEMENTATION	FOLLOW-UP ACTIVITIES
95% High/Factual	Reliable	Proven cause-effect relationships	Statistical prediction	Unqualified	Green	Normal standards	Surveillance
Fairly High	Sufficient	Evidence for hypotheses	Quantitative simulation	Qualified	Yellow	Special regulations	Monitoring Performance audit
Fairly Low	Insufficient	Postulated linkages	Conceptual modelling	Conditional	Orange	Stringent controls Projects as experiments	Comprehensive evaluation of research and management findings
Low/Intuitive 50%	Absent or Unreliable	Speculation	Professional opinion	Deferral	Red	Pilot project Special studies	All above activities

suitability of projects as experiments. A systematic feedback loop is thereby created which leads to increased technical capability and to greater efficiencies in project design and implementation (Figure 1). However, these objectives are dependent upon other conditions which are not dealt with here; namely the requirement for a computerized data bank for clearing information to line agencies and other institutions.

4.3 Design of Baseline Studies

Baseline studies are used to obtain information on existing environmental conditions prior to a proposed development. They provide a basis for undertaking environmental impact assessment, for measuring project induced change, and for comparing actual changes with predicted effects. A pragmatic approach to the design of the baseline study and its implementation is a necessity. Ecosystems are complex and dynamic, and are characterized by natural variability. Within the constraints of time and cost, monitoring systems must be able to reveal processes of change and trends over time. They must also conform to accepted standards of scientific analysis, and be supplemented by additional knowledge and data.

The accurate characterization of the environmental baseline, and consequently the confidence limits of environmental impact prediction, is a direct function of the duration for which appropriate data are available. The design of baseline studies must recognize this inevitable compromise.

Historically, baseline monitoring has been regarded as the first stage in a sequence of activities that begins with a prediction and ends with effects monitoring. This has in the past resulted in a static characterization of the environment which was made without the benefit of statistical measurement, the definition of key variables, or process changes. This approach to baseline monitoring subsequently limited the ability of individuals to undertake an EIA audit satisfactorily.

Monitoring must now be regarded as a continuous activity in which baseline monitoring, environmental impact prediction and effects monitoring complement each other. Environmental impact prediction, for example, will help refine baseline data requirements by highlighting the potential effects which should become the focus of ongoing monitoring.

Effects monitoring requires the establishment of causal relationships between action and effect. This requirement can only be met by an experimental design that consists of "reference" and "treatment" monitoring activities (Appendix). The purpose of a reference is to provide a description of inherent variation within the environment, which can be compared with the variation observed in the affected area. In this respect, the role of baseline monitoring and reference monitoring are equivalent.

Case studies prepared for the Banff Conference underline the necessity for adequate "before" and "after" sampling and the importance of collecting sufficient data for suitable data comparison. The inherent variability of certain environmental parameters cannot be determined with confidence where too few data are collected or where the period of collection is too short. Studies have noted that no amount of post-development sampling can make up for the lack of precise pre-development data.

Although it is clearly desirable to obtain specific pre-development data, it is not always possible or feasible to do so. Under such circumstances, use can be made of existing data and, where appropriate, surrogate or proxy data.

Baseline monitoring programs should be designed to:

(i) provide a description of inherent variation during the pre-development phase,

(ii) establish the relationship between actual and predicted change during project implementation, and

(iii) establish causal relationships for the duration of the project.

Monitoring programs with these characteristics will help to facilitate environmental impact prediction and audit. They will also provide a basis for environmental impact management activities that include implementing and fine-tuning mitigation measures and ensuring compliance with emission standards and operating procedures.

Other studies, for example the Rogers Pass Study, also note the need for comprehensive and precise documentation. Not only must the design of baseline studies be improved, the whole process of record keeping must be substantially upgraded. Details on the methods and techniques employed by the programs, the assumptions made, and the complete range of results obtained, should be documented so that later comparisons can be made in an equivalent context. This will help to minimize problems associated with matters such as staff turnover.

Monitoring must be undertaken in accordance with a plan that reflects scoping in accordance with the concept of valued ecosystem components (Figure 1). The strategy and design of baseline studies must ensure that the information acquired is relevant to perceived issues. These studies must also reflect conditions over an adequate period of time and conform to the need to establish statistically acceptable conclusions.

4.4 Impact Prediction and Formulation

A lack of precision in expressing environmental impact predictions inhibits the EIA audit. Qualitative statements such as "slight reduction" or "minimal effect" may be useful for the purpose of day-to-day management and decision making. However,

they are not predictions which can be audited with any degree of precision. This problem can be overcome by expressing, whenever possible, environmental impact predictions as testable hypotheses. Hypotheses are the fundamental prerequisite for the application of statistical tests and are therefore essential if monitoring data are to be interpreted correctly.

An example of an approach involving the use of hypotheses as impact predictions is the environmental monitoring and research program initiated to accompany the Beaufort Sea hydrocarbon development. Hypotheses were formulated to relate to the design, operation and evaluation of the development. They were later used as a basis for investigating the actual effects of the development. In this manner, the predictions made in the original hypotheses could be either verified or refuted.[6]

A slightly different approach is described in one of the Banff Conference case studies where environmental impact predictions have been formulated for hydro-electric developments. Each prediction is represented by a single hypothesis or series of hypotheses, categorized according to the method by which it was derived; for example, by habitat model, knowledge of species biology, or experimental work.

The following example of how various hypotheses can be derived to help predict the environmental effects of a development project may be useful.

The inundation of a catchment resulting from the creation of a new reservoir can lead to a number of different potential environmental impacts. The following hypotheses relate to a terrestrial impact prediction:

(i) increased access to new wilderness areas (derived from a reservoir paradigm) which in turn leads to heavier legal and illegal hunting pressure,

(ii) minimal migratory disruption (derived from the ecosystem orientated model),

(iii) loss of small amount of caribou range (derived from ecosystem orientated model), and

(iv) increased sensory disturbance in adjoining areas (derived from logical or self-evident linkage) which in turn results in temporary displacement of animals over winter range (derived from knowledge of species biology).

The distribution of the hypotheses is expressed in Figure 2. Twelve different categories of derivation were used:

- habitat or carrying-capacity model,
- systems simulation (dynamic) model,
- statistical model,
- reservoir paradigm,
- boom town paradigm,
- knowledge of species biology,
- standard reference text,
- experimental work,
- field data collection - ecosystem orientated or considered monitoring,
- not documented or unknown, and
- logical consequence or self-evident causal linkage.

Although sophisticated and expensive, this approach undoubtedly provides a much clearer indication of the assumptions made during environmental impact prediction. Since it is specific and explicit, more can be learned from comparisons between predictions with the results of monitoring activities. A number of studies[7] cite examples of predicted effects which have

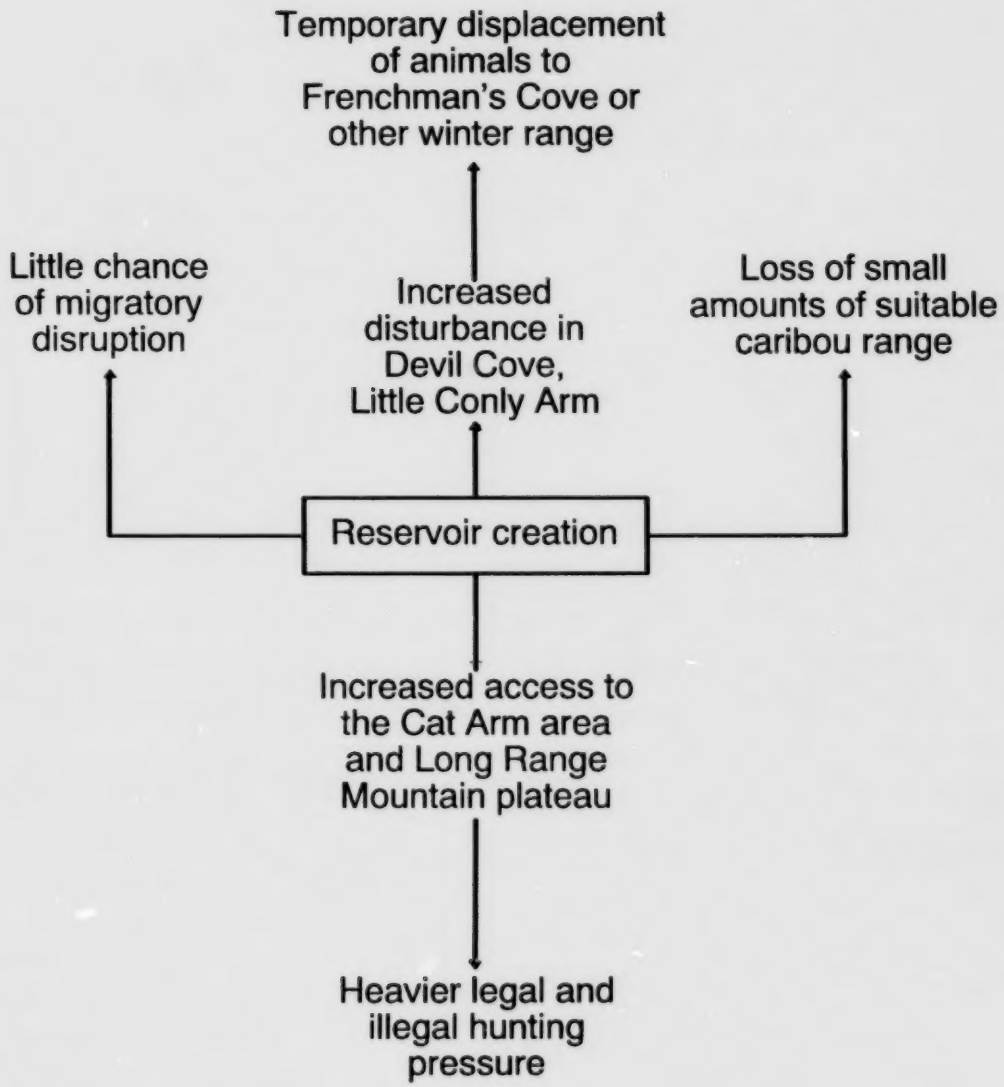


Figure 2 Wildlife - Caribou: Example of a Terresterial Impact Hypothesis Taken from the EIS for the CAT Arm Project (Newfoundland and Labrador Hydro, 1980) (8)

subsequently proved to be incorrect. Earlier research conducted in the United Kingdom indicated that out of 76 predictions which could be audited, only 43 subsequently proved to be correct.[9]

A more widely applied approach to environmental impact prediction is found in the application of numerical models. Models are mathematical analogues of particular environments or subsystems and are often used without prior knowledge of the degrees of confidence which can be placed in their predictive capabilities. Models should therefore be validated by testing them against "real data" situations.

The predictive models identified in a number of case studies could not be critically examined in terms of their accuracy of prediction because the input data were often different from the parameters of the project which was actually built.[7] However, since these predictive models are usually constructed on the basis of limited information, and sometimes vague assumptions, this is not surprising. It is more useful, therefore, to know whether impact predictions are generally of the right order of magnitude than to know whether a prediction is, strictly speaking, accurate or inaccurate. It should be realized that, although difficulties exist in determining the accuracy of models due to a lack of data, such models may nonetheless have fulfilled their role by helping to predict potential environmental impacts.

An evaluation framework within which the adequacy of environmental assessment models can be examined has been described.[9] The approach developed by Schaeffer[10] consists of five major tasks which may be rephrased as questions by the users of environmental assessment models when undertaking environmental assessment. They are:

(i) basic assumptions - are these appropriate to the tasks in hand?

(ii) data evaluation - what is the quality and quantity of the available data for use with the model?

(iii) sensitivity analysis - have studies been directed towards identifying those parameters which are most influential in determining model predictions?

(iv) validation - to what degree do the model predictions agree with field or laboratory measurements of the same quantities?

(v) comparison - have the advantages and disadvantages of using one model as opposed to another been assessed?

The need for this type of evaluation is supported by the findings of Hecky *et al.*[11] The South Indian Lake study suggests that the reasons for erroneous environmental impact prediction lay in the limited consideration of major systematic factors, such as heat action, turbidity, and temperature. The significance of these factors was not realized by the existing predictive models of environmental responses. If the basic model assumptions are inaccurate or inappropriate then it follows that many of the parameter estimates derived from the model are unlikely to be accurate.

Although these observations were derived from experience with larger-scale developments, they apply equally to smaller-scale projects. For example, it is equally important to accurately predict the changes in ambient noise levels for a runway extension or a thermal power plant. The principles suggested here apply to the practice of EIA, irrespective of the scale of activity under investigation.

Although prediction is the cornerstone of EIA, many studies indicate that there is a lack of attention given to the manner in which predictions about anticipated effects are formulated and phrased. Predictions are rarely quantified, even where possible. Instead the majority of them are qualitative and phrased in vague and often ambiguous

terms. These conclusions are supported by case studies prepared for the Banff Conference. Munro *et al.*[7], for example, note that many quantitative statements are made which go undefined. Terms such as "minimal", "severe", "will be negligible" or "could enhance" are given no further explanation. However, certain studies involve qualitative predictions which are expressed in greater detail and with more confidence. Statements from these studies such as: "No increase in offshore primary productivity over most of the lake; probably lower primary production near shore on exposed areas of high wind fetch", convey a better sense of the prediction.[11] Only in the Wreck Cove hydro development study was there a single quantitative prediction - the mean monthly flows in the Cheticamp River after the project were forecast in cubic metres per second.

There is a need to improve the probabilistic content of predictions so that the expressions adopted are indicative of the degree of certainty with which the statement is made. The development of a convention similar to the one adopted by the research team at Aberdeen[9] is of value to those seeking a solution to this problem. Four categories of probability have been developed. The predictions are categorized according to the expression appearing in the prediction (Table 2).

A number of additional observations can be made on the basis of the Banff Conference and the experience of the Aberdeen research team.

- major effects are usually identified correctly, though predictions about changes in magnitude are often inaccurate,
- more accurate predictions relate to events such as oil spills or similar dispersion events where information is more widely available and experience is better developed,
- the ability to make accurate predictions decreases with the increasing complexity of interactions, with primary impacts being the easiest to predict and tertiary and higher order effects the most difficult, and
- cumulative effects are rarely predicted accurately, if at all.

Mitigated environmental impacts are less conducive to audit. Clearly, if the impact has been mitigated successfully, there will be nothing to record (i.e. no impact). Where mitigation has been unsuccessful, it is difficult to determine whether this is a result of poor impact management or a consequence of inaccurate prediction. Questions about which factor is chiefly responsible for unsuccessful mitigation can only be accurately resolved when the nature and predicted effect of mitigation is stated explicitly. At present this is rarely the case. If mitigation is mentioned, its anticipated effect is usually stated only in general rather than analytical terms. Although useful from an operating point of view, such statements are of little value in improving technical practice.

For projects pre-selected for EIA audit, it will be useful to adopt a convention whereby the predicted effects of mitigation are stated explicitly and, where appropriate, expected reductions in the effects are expressed in systematic terms.

4.5 Effects Monitoring Activities

The environmental impact assessment audit relies on the use of empirical data to provide information on the quality and accuracy of environmental impact predictions. In other words, the audit compares actual environmental changes to predictions of anticipated change. This method of comparison provides an indication of how accurate the prediction was. In some cases these comparisons can also reveal the effectiveness of mitigation measures.

Table 2 Categories Used to Describe the Probability of Environmental Impact[9]

Likelihood of Occurrence	Expressions Associated with the Category
- Certainty	- will, would
- High Probability	- should, likely, unlikely
- Moderate Probability	- probably (probable), reasonable to expect, anticipated to
- Low Probability	- could, might, perhaps

However, it is sometimes difficult to determine if the mitigation measures were ineffective or if the prediction itself was inaccurate.

The fundamental weakness of the EIA audit is that it assumes the existence of direct cause-effect relationships. Consequently, all of the observed environmental changes that follow a development project are regarded as an environmental "impact" directly related to the project. However, other environmental influences unrelated to the project are largely overlooked. For this reason, changes in environmental parameters need to be observed and measured in a manner that provides assurance that they can be attributed directly to the development, or activity to which the EIA relates, and not to some other external or foreign influence.

The challenge of effects monitoring programs is to establish the existence of cause-effect relationships. This demands rigorous experimental design and the clear and explicit definition of objectives. Experimental design provides the starting point from which statistical tests can be used to determine differences in environmental changes from one location to another. There are two types of objectives : the selection of variables to be monitored and the definition of the magnitude of change considered significant or important enough to detect.

Effects monitoring can also serve other purposes. Once the project has been established, the purpose of effects monitoring can shift to surveillance or to ensure compliance with predetermined standards and operating procedures. Still later, the effects monitoring program can contribute to the "knowledge bank" of project experience. This can facilitate improvements in future projects through lessons learned.

The establishment of cause-effect relationships is not an easy task, though certain parameters are more conducive to the application of experimental method than others. Environmental effects due to man-made influences are easier to measure if two similar experimental sites can be established. One site would be the "control" or reference site which is not subjected to the influence; the "treatment" site would be exposed to the influence. For example, this type of experiment can be used to determine if a change in shellfish population is due to a point source discharge into an estuary. The "treatment" site would be in an area most likely to be within the zone of discharge influence (i.e. downstream) while the "control" site would be completely removed

from the influence. Continuous observation at both sites and comparisons between them using standard statistical tests would reveal any differences in shellfish populations at the two sites. This would provide a basis for conclusions about the influence of the discharge on shellfish populations. Changes in the psychological character of local inhabitants may be harder to attribute to a development although the same principles of experimentation must still apply.

The overriding complexity of cumulative environmental impacts has so far precluded the development of a satisfactory mechanism for establishing, with any degree of confidence, causal relationships between project action and observed effects. Cumulative effects monitoring remains a development area and for this reason cumulative EIA and audit are not considered to be within the scope of these guidelines. This is an important area for further research.

It is not the intention of this section to provide advice on the design of effects monitoring programs. It is intended to indicate why it is important to establish causal relationships, as a basis for assumptions made in the audit. A short discussion on some of the considerations in the experimental design of effects monitoring activities, with particular emphasis on biological systems, is provided in the Appendix.

4.6 Presentation of Scientific Data in Environmental Documentation

Environmental documentation provides the written record of assessment methods and results and therefore represents an indispensable base for monitoring and audit. To facilitate the audit, and to ensure a consistent approach between EIA and audit, thorough documentation and records must be maintained to cover all aspects of the EIA. Much can be done to make EIA reports more readable and more conducive to interpretation and analysis. The discussion about formulating impact predictions, has already indicated how improvements to the style in which predictions are expressed will make reports more receptive to analysis.

Reports are also read by political decision-makers and a non-expert public. As a result there is a need to adopt an open and straightforward format which meets the requirements of a scientific report and non-technical readership.

It is not unusual for EIA reports to be divided into two or more volumes. The first usually consists of an account of likely environmental impacts and is written for the non-expert reader. Other volumes contain technical data and accounts of predictive techniques employed in the assessment. An example of such a report was prepared by Environmental Resources Ltd.[12] for a proposed deep shaft colliery in the English Midlands. This report presents a non-technical summary of findings in a single volume with technical assessments presented as a series of separate study reports.

A non-technical summary might consist of the following information:

- a description of the project, including a site analysis, its land use requirements during construction and operation, a description of the main production processes, and estimates of expected residues and emissions,
- an outline of the main alternatives, where appropriate,
- a description of the environmental components likely to be affected,
- a description of the anticipated significant effects, and the forecasting methods employed in the assessment,
- a description of the measures envisaged to offset any potentially significant adverse effects, and

- a description of appropriate monitoring activities.

Detailed technical information, such as the supporting atmospheric and climatological data used in air pollution assessments, including the analysis relating to assessments, can be contained within technical appendices.

Conventional practice of EIA dictates that environmental reports are produced within a very narrow time frame, during the project cycle. Projects are dynamic entities characterized by revisions to design and construction methods. Equally dynamic are environmental systems which are often capable of substantial change during the design history of a particular project.

Reports which reflect the situation at a single point in time are of limited value to project managers who must modify environmental impact predictions as design changes take place. Of greater utility would be a document which is adaptive in nature and content, and capable of being revised and updated as more information becomes available. This modification would eliminate the often misguided perception that the document is intended for project authorization only. Instead, it can become a working document which links predicted effects to management practices and sets out responsibilities and procedures for their mitigation.

Section 5

Conducting the Audit

5.1 Introduction

The preceding section discussed the preconditions necessary for the audit to be undertaken. This section suggests a method for planning and implementing the audit.

Environmental impact assessment is inevitably an idiosyncratic process which makes it difficult to develop a suitable auditing method. However, there is value in attempting to focus and consolidate existing strategies into a framework which remains flexible enough to incorporate different project characteristics. Flexibility is also required to accommodate different administrative and institutional arrangements for environmental planning and management.

The approach described here consists of two essential components. The first component incorporates decisions relating to the audit's scope and project selection, and identifies resource requirements in cases where preconditions are absent. The second component is concerned with the identification of data requirements and with their collection, analysis and interpretation.

The intended outcome of this sequence of actions is to establish the possible causes of variance between the predicted and actual effects of a project. This helps to generate experience applicable to future assessments and improves the scientific and technical performance of EIA.

5.2 Selection of Projects

The criteria for establishing the suitability of projects for audit have already been considered. However, in certain cases an audit may be required when the conditions for one have not been built into the assessment process. This issue may be addressed by the following criteria. A study of environmental impact predictions of hydro-electric developments suggests that:

(i) the project must be completed and operational, and

(ii) there must be some form of pre-development environmental impact assessment (where "impact assessment" is used in its broadest definition and includes any type of evaluation or appraisal conducted for all projects regardless of their size).

Research at Aberdeen University in the UK has suggested more specific criteria:

(i) sufficient time must have elapsed between the preparation of the EIA and the commencement of the audit to ensure that effects have actually occurred,

(ii) environmental impact predictions must have been made, and

(iii) monitoring schemes must exist which enable a comparison of actual and predicted environmental impacts.[9]

5.3 Determination of Scope

5.3.1 The Need for Focus

As in any process, the need to focus activity into a number of key or priority components serves not only to streamline the process but to ensure the optimal use of resources. Clearly, in the case of auditing, there are likely to be elements of the project for which an audit would be either inappropriate or of no value. Indeed, for many projects there will

be activities which are simply not conducive to or worthy of audit.

5.3.2 Auditing Criteria

The following criteria are suggested for developing a systematic procedure to establish the effects which should be selected for audit.[9]

(i) What is the quality and quantity of information already existing on predicted environmental impacts?

(ii) What is the significance of predicted environmental impacts?

(iii) What is the feasibility of monitoring and assessing the accuracy of the prediction?

(iv) What is the value of information to be gained in comparison with the costs of carrying out the audit?

Linked to this activity is the primary component of the planning phase, namely, the determination of auditing objectives. Most of the case studies reviewed made explicit the objectives of the study at the outset. Not only does this serve to provide structure and direction to the study, but it sets in place a framework within which the success of the study can be evaluated.

5.4 Identifying Resource Requirements

Determining the scope and objectives of the study also serves to identify the necessary resource requirements. A number of factors are relevant in this instance:

(i) the legislative mandate and regulations of the agency, or internal management requirements of the proponent,

(ii) the implications for the environment if the audit is not undertaken,

(iii) the implications for future projects if the audit is not undertaken,

(iv) the ability of staff to accomplish the work in a cost-effective manner, and

(v) the potential advocacy and educational value of the case.

Two fundamental issues are derived from a consideration of the effort requirement, namely expertise and financial provision.

When considering these issues, a number of questions should be addressed:

(i) What expertise is required in terms of discipline and familiarity with operation, management and institutional techniques and systems?

(ii) What responsibilities will be allocated?

(iii) What management framework will be adopted? How will the study team be organized and managed? What lines of communication will be established?

Budgetary limitations will clearly influence, and be influenced by, the scope and objectives of the study and the resource requirements, in terms of time and manpower. There are few guidelines as to what provision should be made. In general terms, attempts to allocate a percentage of the overall project budget to environmental planning and management normally flounders when it comes to defining specific activities. Broadly speaking, budget determination is only relevant to the day to day implementation or operation of the audit.

Two final points must be made when considering audit planning. First, attention must be paid to the form and manner in which liaison with other organizations, such as federal and provincial agencies, proponents and the public, is established. Second, consideration should be given to appropriate reporting procedures to ensure that the results of the audit can be subject to peer review and brought to the attention of the parties involved in the original project. Mechanisms

for the dissemination of results are vital if audits are to meet the objective of promoting learning from experience.

5.5 *Identification of Predictions*

The audit method consists of three basic components:

(i) the identification of predictions to be audited,

(ii) the collection of data relevant to the prediction, and

(iii) the analysis of the reasons for variance between predicted and actual outcomes.

Before predictions can be identified it is important to develop an understanding of what a prediction is. Research at Aberdeen, for example, indicated that many predictive statements which appear in project documentation are concerned with features of the project proposal, such as the noise levels expected to be emitted by a plant. While such statements are predictive in nature, they do not describe environmental change. As a result, it was concluded that only statements which related to ambient measurements or effects of pollutants rather than emission concentrations should be regarded as environmental impact predictions. Consequently, the following definition is suggested:

" a statement concerning anticipated change or changes in environmental parameter or parameters arising from a specific action or course of action" (this includes statements of no change).[9]

Examples of impact predictions include: "The areas most likely to be affected by high concentrations of SO_2 are within a radius of four miles from the source", or microclimatic changes arising from a hydro-electric scheme would "... result in alterations in the abundance of individual species and consequently in the structure of plant communities near the margin of the reservoir".[9]

Two other factors are relevant here. First, many EIA reports contain statements relative to environmental impacts that may arise from implementing mitigation measures. One study reviewed, for example, stated that "If the beach is subjected to continuing contamination (by oil) the procedure (spraying of dispersants) should be postponed until the release of oil is stopped, as repeated use of dispersants will be detrimental to biological communities".[9] Clearly, if the release of oil is prevented the predicted effect of the dispersant will not result. Analysis of this category of prediction focuses on two areas, the accuracy of the prediction and the effectiveness of mitigation. These aspects of the prediction will be discussed later. The decision as to whether to include such predictions within the scope of the audit is made during the planning phase of the audit.

The second factor to consider in environmental impact predictions relates to the interpretation of "implied predictions". "Implied predictions" are statements which describe the effects of similar projects at comparable sites. However, this type of prediction falls short of predicting the consequences of a specific project proposal. Consequently, the value of an implied prediction in auditing is limited since it rarely relates exactly to the project being assessed in the EIA report.

In certain circumstances, where the number of predictions is high and their nature varied, it may be useful to classify predictions according to certain criteria. This serves to make the analysis of predictions more manageable by categorizing those of a similar nature, thereby increasing the resolution of the study. The study undertaken at Aberdeen, for example, made use of two categories, which classified predictions according to "subject type", and "probability". The predictions placed under subject type

included those relating to topics such as vegetation change and air quality. Predictions placed in the probability category made it possible to ascertain whether statements containing expressions of high probability were more accurate than those with a lower probability of occurrence.

Classifications for predictions are arbitrary. Should the personnel conducting the audit wish to focus on predictions concerned with ecological change, the statements could be classified accordingly. Culhane[13], in his review of the content and accuracy of a number of U.S. Environmental Impact Statements, derived a classification system based on the degree to which predictions related to an "ideal model prediction". This system incorporated four key components: quantification, limits of measurement, significance, and certainty. The criteria adopted are described in Table 3.

The following questions are relevant to identifying those predictions suitable for audit: [13]

(i) **Is quantitative comparison possible?**

Is the prediction expressed systematically with terms or units of measurement, which will allow comparison?

(ii) **Are statistical tests applicable?**

Is the prediction expressed in terms that may be falsified?

(iii) **Is sufficient information available, in an appropriate form to test predictions?**

Data must be relevant to the context of the prediction, for example, if a prediction is expressed in certain terms, i.e. units of measurement at a specific point in time, then monitoring data must be available for the same parameters. Daytime noise measurements at roadside locations are of little value in testing predictions expressed in nighttime values at residential locations.

In certain cases it may not be possible to test predictions. The following reasons may apply:

(i) development has changed (no longer relevant),

(ii) statement too vague,

(iii) no data,

(iv) too trite (obvious outcome), and

(v) data highly variable or unreliable.

One of the major challenges of auditing is to overcome problems of data insufficiency. Whenever this problem arises, there may be a temptation to focus the audit on issues for which more data is available. However, the value of the audit may be seriously compromised if this is done. The absence or lack of data should not preclude a difficult study. This is particularly true of issues which have a major influence on the eventual outcome of the decision.

5.6 Collection of Data

Various mechanisms exist by which data can be collected with the review of documentation being perhaps the most obvious. Sources of relevant documentation include:

- conceptual, feasibility studies,
- development plans,
- project, technical specifications screening reports,
- outcome of scoping exercises,
- environmental impact assessment reports or similar documentation,
- monitoring documents and records,
- operating, compliance records, and

Table 3 Characteristics of Predictions Closely Related to the Model of an Ideal Environmental Impact Prediction[13]

Quantification of Forecast
Quantified: Time-series
Single-number post-project value
Post-project values, multiple indicators
Range-of-values forecast
Percentages, regarding nominal classification
"No impact" forecast
Verbal, unquantified forecast
Measurement Units, by Category
Physiographic measurement units
Biological measurement units
Mixed-category measurement units
Economic measurement units
Social measurement units
Mitigation measures
No measurement unit, other than restatement of effect
Significance of Forecast Impact
"High" (or synonym, explicitly stated)
"Moderate" (or synonym, explicitly stated)
"Insignificant" (or synonym, explicitly stated)
Quantified, without explicit statement of significance
Vague/ambiguous significance statement
No explicit statement of significance
Certainty of the Environmental Impact Statement
Quantified probability
Certainty guaranteed by situation
Impact conditional upon intervening event
Probability implied by keywords "will", "will not", etc.
Possibility implied by keywords "may", "could", "may not", etc.

- management plans, procedures.

In addition, specially commissioned studies may provide useful information and supplement existing data sources. Interviews and questionnaires are other mechanisms of data collection. However, in making a choice for an appropriate method or combination of methods for data collection, it is necessary to be aware of the potential disadvantages of certain techniques. Some of the techniques in question may involve a bias imposed by the interviewer or the expression of certain questions which are inherent to questionnaire techniques. The choice of method will generally follow from the information needed, but practitioners must also be cognizant of the form in which data will be required.

As far as possible, the method of collection should be consistent with that used to collect data prior to prediction. This point has already been made but it is useful to reiterate the fact. Water quality, for example, should be established using sampling, measurement and analytical techniques consistent with those adopted during baseline investigations.

5.7 Analysis

The purpose of analysis is to determine the extent to which the predictions being tested are either substantiated or refuted on the basis of data provided by effects monitoring programs. For the analysis of numerical data sets, acceptable statistical methods are most likely to be appropriate, e.g. student t-tests, ANOVA, and Chi squared tests. A decision table has been developed as a guide to choosing appropriate analytical techniques for pre-project versus post-project data comparison (Figure 3). However, this Figure is only applicable to testing predictions expressed in a quantitative form. Other predictions, expressed in qualitative form, will obviously require alternative methods of analysis and interpretation.

Figure 4 describes a flowchart which is used to examine the likely causes of variance between empirical observation of a project's effects and environmental impact predictions. Line 1 represents the comparison of actual and predicted effects as having two possible outcomes; either the predictions are verified by empirical data or they are not. When predictions are verified, an attempt may be made to establish some measure of the "extent" of verification i.e. the closeness of fit or accuracy of prediction. It may also be possible to convert this measure to a threshold level, below which predictions are deemed not to be verified by empirical data.

Line 2 suggests five possible reasons why environmental impact predictions may not be verified by empirical observation. Small differences between the data based on empirical observations and predictions may be the result of incorrect measurement during monitoring activities, or errors in data interpretation or prediction. Large differences on the other hand may be the result of:

- a lack of continuity between personnel or within the EIA process,
- a change or modification to project or monitoring program design, and
- an unanticipated or unpredicted event.

If an unanticipated or unpredicted event occurs Line 3 suggests three reasons why this may be the case:

- oversight, probably due to a lack of experience or a deficiency in skills,
- poor science - during the design of monitoring programs, and
- surprise or unpredictable event.

The last outcome may be used to provide some indication of the confidence with which predictions can be made using the techniques adopted for the particular prediction being considered.

In cases where environmental impacts have been mitigated, two initial reasons for explaining variance between empirical

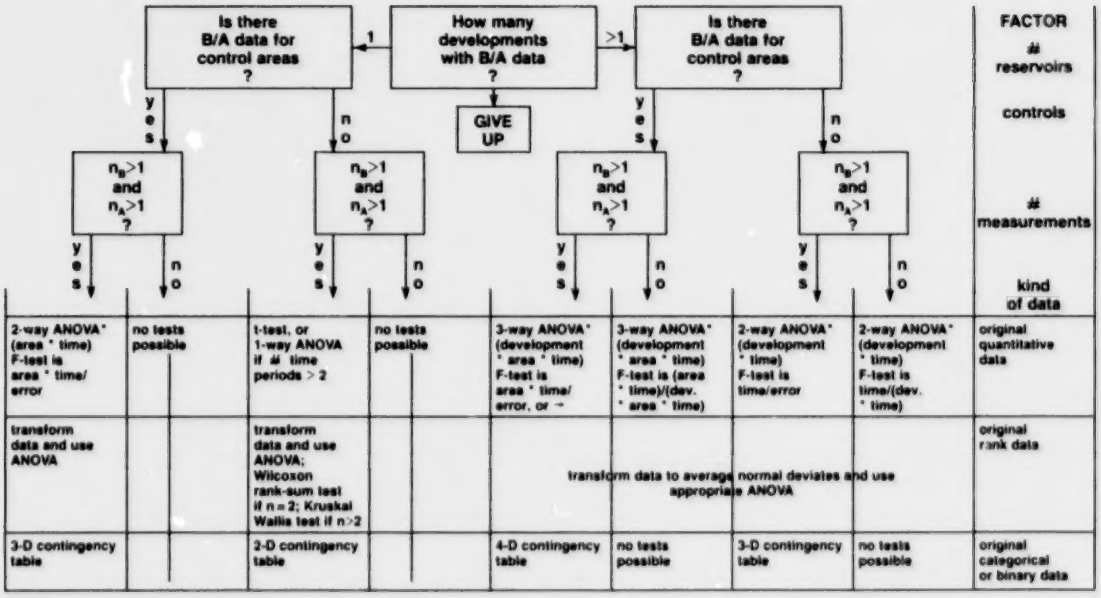


Figure 3 Flowchart Used to Determine the Appropriate Statistical Test

measurements and predictions may be suggested, namely:

- ineffective mitigation, and
- inappropriate mitigation.

In the case of the former, inefficient mitigation is likely to be the result of poor management practices. In the latter case, inappropriate mitigation may be the result of bad mitigation design, which could be the consequence of misinformation, misinterpretation, a skill deficiency, or an inaccurate prediction. Whenever this outcome is considered most likely, the five factors suggested in Line 2 of Figure 4 may be considered. Figure 4 is not intended to provide a procedure for the analysis of environmental impact predictions. Rather, it suggests, in the form of a flow diagram, a number of possible outcomes which could help explain the possible variance between observed effects of a project and those effects predicted during the EIA. Clearly, it is unlikely that any of the reasons suggested will be mutually exclusive and so this should not be seen as a substitute to a more rigorous and detailed analysis of a project's environmental effects.

5.8 Reporting Environmental Audit Results

For an environmental audit to communicate its findings, thereby promoting learning from experience, careful attention must be paid to the process of reporting. A key consideration in reporting is the intended audience of the report. Three potential readerships can be identified: regulatory agencies who may use audit findings to improve standards and regulations, project proponents who may wish to achieve improvements in project design and execution, and practitioners of EIA. Those involved with EIA will generally

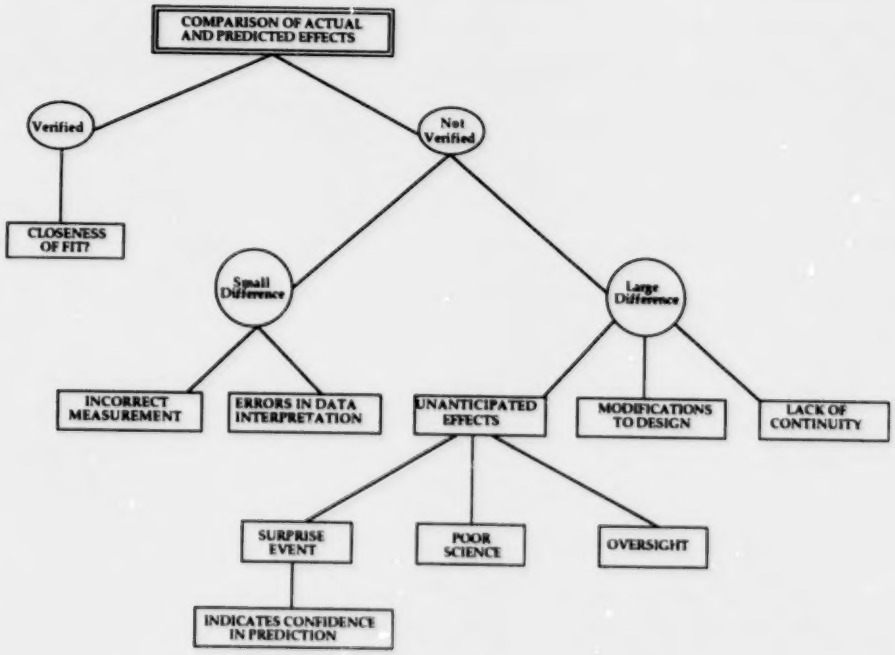


Figure 4 Flowchart for Considering Causes of Variance Between Predicted and Actual Effects

benefit from better knowledge of the predictive capabilities of various methods and techniques employed in environmental planning and management. Under certain circumstances, audits may be used to identify and implement corrective action when development projects are conducted in violation of certain conditions or standards.

Although the procedure for report preparation and the report format and content will be specific to individual audits, a number of general guidelines should be observed:

(i) as with all environmental documents, the report should be clear and concise, as well as meaningful and consistent, and above all readable,

(ii) verbose description should be minimized. Quantitative findings should be expressed in tabular or graphical form,

(iii) all assumptions, and details of techniques should be made explicit, and

(iv) typically, the report should make explicit:

- audit objectives,
- scoping procedure and rationale,
- methods and rationale for prediction identification,
- description of data requirements,
- description of data collected,
- results of analysis, and
- a non-technical summary, including conclusions and recommendations.

In addition, analytical techniques should be referenced. A description of data inadequacies and problems encountered during the audit would also be useful.

An important consideration is the selection of mechanisms to disseminate audit findings so

that the information becomes the common property of those involved in EIA. The publication of audit findings clearly encourages other individuals involved with EIA procedures to review the audit and to offer their critique of it. This type of feedback leads to a more effective and finely tuned auditing process. At the same time, the publication of these findings enables many others to acquire a better understanding and appreciation of matters such as the predictive capabilities of certain techniques and methods used in EIA. A process which leads to a discriminating checklist of techniques appropriate to selected projects in particular environments will help simplify and streamline the project appraisal and environmental management process.

Central agencies such as Environment Canada, Transport Canada and the Federal Environmental Assessment Review Office (FEARO) might take a lead role in promulgating a formal audit implementation and review procedure with a provision for dissemination of the results. The current system already has an effective and flexible mechanism in place to distribute the publication of guidelines, review panel findings and other relevant documentation. The extension of these activities to include environmental monitoring and audit activities would therefore appear to be the next priority.

Section 6

Recommendations

6.1 Policy for Monitoring and Audit

Environmental monitoring and audit, for the purposes of improving scientific understanding and assessment methodology, should be promoted and supported in the implementation of the Federal Environmental Assessment Review Process (EARP).

An investment in post-project analysis through effective monitoring and audit activities will provide major dividends for EIA practice, procedure and process. These activities will make it possible to reduce the duplication of information and unnecessary analysis which presently occur. This type of duplication exists because there has been no systematic attempt to learn from the experience of others or to transmit relevant information for common use. Monitoring and audit, as research tools for improving technical capability, must be applied in a discriminating and cost-effective manner, consistent with the substantive and procedural goals of EARP.

6.2 Selection of Projects

An agreed protocol for treating projects as research experiments should be drafted which incorporates a strategy for undertaking monitoring and audit with scientific and methodological objectives.

Generally speaking, large-scale projects, which must undergo initial environmental evaluation and/or panel review, are suitable candidates for research experiments. By definition, large-scale projects are characterized by uncertainties which cannot be resolved by initial assessment. The benefits from incorporating an experimental research approach into the assessment and review process are considerable. Specific criteria to steer monitoring and audit should be established during the scoping process. The general strategy should become part of the procedural framework of EARP.

6.3 Demonstration Projects

It is recommended that Environment Canada and Transport Canada, in cooperation with the Federal Environmental Assessment Review Office (FEARO), undertake a series of demonstration projects to test the utility of the monitoring and audit procedure described in this report.

This report represents the culmination of an initial phase of research and analysis of environmental monitoring and audit, which began with the commissioned research for the Banff conference. During the next phase of analysis, it is important to subject the guidelines to practical testing, by application to ongoing "demonstration" projects. This form of experimentation is essential for verifying the relevance of the suggested monitoring and audit strategy. Experimentation is also important for fine-tuning the procedures and methods established, and to formalize the process of learning from experience within the federal EARP.

The following types of activities and projects may serve as demonstration projects:

- **classes of activities** such as agriculture programs (irrigation, pH adjustment in the prairie provinces that are presently subject to initial assessment but have the potential for **cumulative environmental effects,**

- **medium-scale projects** which encompass regionally necessary but locally undesirable facilities such as hazardous waste disposal sites and pulp mills which are the focus of public concern, and

- **large-scale projects** which are referred for independent panel review.

In general, all projects subject to public review should be considered relevant for the purpose of experimental research and management. Therefore, they are appropriate candidates for the application of the monitoring and audit guidelines recommended in this report. Activities falling into "classes of activities" and "medium-scale projects" will be designated for audit on a more selective basis, i.e. based on their potential benefits for improving scientific understanding of environmental impacts and assessment methodology.

6.4 Monitoring and Audit of Social Impacts

The guidelines presented in this report have been prepared on the basis of commissioned research, focusing largely on the physical and natural environments. It is important, as a further phase of study, to review these guidelines with respect to their implications for monitoring and auditing the social impacts of development projects.

The practice of social impact assessment incorporates a number of assumptions and approaches which differ from those of EIA as it is conventionally defined. Therefore, it is useful to consider how the present guidelines must be reorganized to accommodate social assessment practices. Although social impact monitoring has been the focus of recent research, little development has been achieved in the direction of monitoring and auditing social impacts and assessment methodology.

References

1 FEARO, "The National Conservation Workshop on Federal Environmental Assessment Reform: Report on Proceedings", Ministry of Supply and Services, Ottawa (1988).

2 Sadler, B. (Ed.), "Audit and Evaluation in Environmental Assessment and Management: Canadian and International Experience", *2 Vols., Proceedings of the Conference on Follow-up/Audit of EIA Results*, Ministry of Supply and Services, Ottawa (1987).

3 Economic Commission for Europe, "Post-project Analysis in Environmental Impact Assessment, Environmental Series 3, United Nations, N.Y. (1990).

4 Krawetz, N.M., W.R. MacDonald, and P. Nicholls, "A Framework for Effective Monitoring", Canadian Environmental Assessment Research Council, Ottawa (1987).

5 Sadler, B., "The Evaluation of Assessment - Post-EIS Research and Process Development", *Environmental Impact Assessment, Theory and Practice*, Wathern, P. (Ed.), Unwin Hyman, London (1988).

6 Everitt, R.R., D.A. Birdsall and D. Stone, "The Beaufort Environmental Monitoring Program", *Integrated Approaches to Resource Planning and Management*, R. Long, ed, University of Calgary Press (1986).

7 Munro, D.A. *et al.*, "Learning from Experience: A State-of-the-Art Review and Evaluation of Environmental Impact Assessment Audits", Canadian Environmental Assessment Research Council, Ottawa (1986).

8 Sonntag, N.C., "Predicting Environmental Impacts of Hydroelectric Developments in Canada", Unpublished report prepared for Environment Canada (1985).

9 Clark, B., R. Bisset, and P. Tomlinson, "Post Development Audits to Test the Effectiveness of Environmental Impact Prediction Methods and Techniques", Report to the Natural Environmental Research Council, PADC EIA and Planning Unit, University of Aberdeen, Scotland (1983).

10 Shaeffer, D.L., "Model Evaluation Methodology Applicable to Environmental Assessment Models", OCRNL-5507, Oak Ridge National Laboratory, Tennessee, U.S.A. (1979).

11 Hecky, R.E. *et al.*, "Environmental Impact Prediction and Assessment: the Southern Indian Lake Experience", *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 41*: 720-732 (1984).

12 Environmental Resources Ltd., South Warwickshire Prospect, "Environmental Impact Assessment", The Report Prepared for British Coal, ERL London (1987).

13 Culhane, P.J., "Decision Making by Voluminous Speculation: The Contents and Accuracy of U.S. Environmental Impact Statements", *Audit and Evaluation in Environmental Assessment and Management: Canadian and International Experience: Volume II*, Ottawa, Ministry of Supply and Services (1985).

Bibliography

AMIK Resources Group, "The Effectiveness of the Environmental Assessment and Review Process as Applied to Water Course Crossings on the Sarnia-Montreal Pipeline", Unpublished report prepared for Environment Canada and Interprovincial Pipe Line Ltd. (1985).

Bernard, D.J. and V.G. Bartnik, "Tsawwassen Indian Reserve Flood Control Works: Post-project Analysis", Unpublished report prepared for Environment Canada, Inland Waters and Lands, Pacific and Yukon Region, Vancouver, B.C. (1987).

Bisset, R., "Post Development Audits to Investigate the Accuracy of Environmental Impact Predictions", *Zeitschrift fur Umweltpolitik, 4*: 463-484 (1984).

Bisset, R., "Problems and Issues in the Implementation of EIA Audits", *EIA Review 1 (4):* 379-396 (1980).

British Petroleum, Petroleum Development Ltd., "Guidelines for Environmental Auditing of BPPD (UK Operations) Facilities", Internal Document, Aberdeen, Scotland (1986).

Culhane, P.J., H.P. Friesema, and J.A. Beecher, "Forecasts and Environmental Decision Making: the Contents and Accuracy of Environmental Impact Statements", *Report to the National Science Foundation*, Westview Press: Boulder, Colorado, U.S.A.

Davies, M.H., "The Role of Auditing and Monitoring", *Paper presented at the 8th International Seminar on EIA*, 12-25 July 1987, Aberdeen, Scotland (1987).

Envirocon Ltd., "Environmental Management of the Alaska Highway Gas Pipeline Pre-build - A Hindsight Analysis", Unpublished report prepared for Environment Canada, Ottawa (1985).

Everitt, R.R. and N.C. Sonntag, "Follow Up Study on Environmental Assessments for Selected Frontier Oil and Gas Projects", Unpublished report prepared for Environment Canada, Ottawa (1985).

Federal Environmental Assessment Review Office, "Initial Assessment Guide", FEARO, Ottawa, Canada (1986).

Gareis-Grahmann, J., "ECE Task Force on Post Project Analysis", Paper prepared by Federal Republic of Germany, Case Study: Groundwater Extraction in the Lunburger Heide, FRG, Presented to United Nations Economic Commission for Europe: Task Force on Post Project Analysis, September 1987, Warsaw, Poland.

Green, R.H., "Sampling Design and Statistical Methods for Environmental Biologists", Chichester: John Wiley (1979).

Hyman, E., "The Monitoring and Evaluation of Social Forestry Projects", Report to the UN Food and Agriculture Organization (1982).

Ladd Greeno, J. *et al.*, "Environmental Auditing: Fundamentals and Techniques", J. Wiley and Sons, New York (1985).

McCallum, D.R., "Environmental Follow-up to Federal Projects", Unpublished report to Environment Canada, Ottawa (1984).

McCallum, D.R., "Planned Follow Up: A Basis for Acting on EIAS", *Paper presented at the Annual Conference of the International Association for Impact Assessment*, Utrecht, Netherlands, June 27-28, 1985.

Marcus, L.G., "A Methodology for Post-EIS (Environmental Impact Statement) Monitoring", *Geological Survey Circular 782*., U.S. Dept. of Interior, Washington, D.C. (1979).

Reed, J.W., "Environmental Auditing in the Canadian Private Sector", Unpublished report prepared for Environment Canada, Ottawa (1984).

Renewable Resources Consulting Services Ltd., "An Analysis of Vegetation, Aquatic Resource and Wildlife Issues for Three Northern Pipeline Projects Reviewed by EARP", Unpublished report prepared for Environment Canada, Ottawa (1985).

Ross, W.A. and G.D. Trench, "CP Rail Rogers Pass Development: A Post-Project Analysis", Unpublished report prepared for Environment Canada, Ottawa (1987).

Ruggles, C.P., "Follow Up Studies at the Wreck Cove Hydroelectric Development, Nova Scotia", Unpublished report prepared for Environment Canada, Ottawa (1985).

Skalski, J.R. and D.H. McKenzie, "A Design for Aquatic Monitoring Programs", *J. Env. Management, 14*: 237-251 (1982).

Spencer, R.B., "Follow Up Environmental Studies of Shakwak Highway Improvement Project", Unpublished report prepared for Environment Canada, Ottawa (1985).

Tomlinson, P. and R. Bisset, "Environmental Impact Assessment, Monitoring and Post-Development Audits", *Environmental Impact Assessment*, PADC (Eds.) Martinus Mijhoff, The Hague, pp. 405-425 (1983).

Tomlinson P.(Ed.) "Audits in Environmental Assessment", Special Issue, *Environmental Monitoring and Assessment, 8 (3)*: 183-267 (1987).

Union Gas Ltd., McLaren Plansearch Inc., Ecological Services for Planning Ltd., "An Environmental Performance Audit of Selected Pipeline Projects in Southern Ontario", Unpublished report prepared for Environment Canada (1985).

UNECE Group of Experts on EIA, "Post-Project Analysis in Environmental Impact Assessment", *Env/GE.1/R.2*. Note by Secretariat (1982).

Wathern, P. (Ed.), "Environmental Impact Assessment: Theory and Practice", Unwin Hyman (1988).

Van Leuven, J.K., "A Post Audit Evaluation of Methodology for Wild and Scenic River Development and Management, The Clearwater River, Idaho: A Case Study of Public Involvement Practices", Research Technical Completion Report, Idaho Water Resources Institute, Idaho, USA (1980).

Weir, R. "Auditing and Monitoring - Results of two Recent Studies", *Paper presented at the 9th International Seminar on EIA*, 10-23 July 1988, Aberdeen, Scotland (1988).

Zallen, M., J. McDonald and P. Richwa, "Final Report: Follow Up Review of Projected and Residual Impacts within the Coquihalla Valley, B.C.", Unpublished report prepared for Environment Canada, Ottawa (1985).

Appendix

Basic Considerations in the Experimental Design of Monitoring Activities

The detection of environmental changes induced by a development project and the testing of hypotheses involves the application of basic sampling design features to effects monitoring. Impact hypotheses are usually tested statistically, by initially developing null or falsifiable hypotheses. These hypotheses are then checked by establishing the sampling and statistical methodology, including probability levels for detection (usually 5%) to confirm or refute the hypotheses.

A proper sampling methodology for measuring environmental impacts requires two basic features. First, replicate samples are needed within the same locality. For each location and sampling time, it is preferable to have at least three replicate samples which are randomly distributed within the locality. Replicate samples are needed to determine differences within a location prior to the assessment of differences between locations.

Experimental sampling programs are also characterized by paired monitoring locations. Both locations should be similar in structure and characteristics except that in the "treatment" location the project is expected to exert an environmental influence; the other "control" location is not expected to be influenced by the project. In this way, variation in the affected or "treatment" area can be interpreted in the context of what is observed in the reference or "control" area.

The features of environmental impact monitoring have been described by Skalski and McKenzie (1982), amongst others. Although designed specifically for aquatic environments, the principles of the program are applicable to other monitoring situations.

The basic approach of environmental monitoring depends upon the establishment of proper sampling locations - a task which should be initiated as early as possible in the planning and design phase of the project. Pre-construction monitoring serves two purposes. First, it is useful for determining the degree of similarity between two representative sites near the development project. This may be determined by confirming that the same variables behave equally at both locations. Second, it provides a description of the environmental baseline and, as such, usefully supplements baseline monitoring programs. Specifically, the Skalski and McKenzie program establishes the abundance of selected organisms at each of the sample locations. The proportional abundance of these samples can be compared later with the results recorded during the project's operational period. An environmental impact is deemed to have occurred when "a statistically significant change in the proportional abundance of organisms at control and treatment stations between pre-operational and operational periods" is detected. This of course is not the only definition of impact occurrence.

Monitoring may either focus on the detection of change in environmental parameters or on the detection of a prespecified magnitude of change in a preselected parameter. This implies that some concept of the magnitude of change is considered to be unacceptable. The prespecified magnitude of change can only be derived by expert judgement through scoping meetings with parties having a vested interest. Some of the participants in these meetings would include: government departments, research establishments and representatives of certain public groups and organizations. The participation of these interest groups in the

establishment of thresholds of significance is imperative. Equally important is the need for explicit program objectives which should be established at the outset and recorded in all relevant documentation.

A preselected magnitude of change is necessary to determine the specific design requirements of the monitoring program. If the magnitude of variability is set at 5% for example, then the frequency, coverage and duration of sampling required to detect that level of change will differ from programs where the magnitude is set at, for example, 10%.

Two additional factors must be considered at this stage, as they will influence program design:

(i) the probability of declaring a significant environmental impact when none has occurred, and

(ii) the probability of declaring no significant environmental impact when one has occurred.

This discussion has focused on monitoring variation in biological systems. While the monitoring of social systems is inherently more complex, the use of "treatment" sites and "control" sites as a basis of comparison for determining environmental impact, remains applicable. As in the design and implementation of baseline monitoring programs, pragmatism is paramount. The design and duration of effects monitoring schemes will inevitably be shaped by the availability of financial and human resources. However, despite such limitations an investment in the statistical design of these schemes will pay substantial dividends during project audits.

Série de la Protection de l'environnement

Analyse postprojet et amélioration des lignes directrices pour la surveillance et la vérification environnementales

Rapport SPE 6/FA/1
Août 1990

Canada

Environnement Canada | Environment Canada

Analyse postprojet et amélioration des lignes directrices pour la surveillance et la vérification environnementales

par

M. Davies
Centre for Environmental Management and Planning
University of Aberdeen
Écosse

et

B. Sadler
Institute of the North American West
Victoria (C.-B.)

pour la

Division des évaluations environnementales
Conservation et Protection
Environnement Canada

Rapport SPE 6/FA/1
Août 1990

Données de catalogage avant publication (Canada)

Davies, M. (Matthew)

Analyse postprojet et amélioration des lignes directrices pour la surveillance et la vérification environnementales

(Rapport ; SPE 6/FA/1)
Texte en français et en anglais disposé tête-bêche.
Titre de la p. de t. additionnelle: Post-project analysis and the improvement of guidelines for environmental monitoring and audit.
Comprend un résumé en anglais.
Comprend des références bibliogr.
ISBN 0-662-57752-3
N° de cat. MAS En49-18/6-1

1. Environnement -- Surveillance -- Canada -- Guides, manuels, etc. 2. Environnement -- Étude d'impacts -- Canada -- Guides, manuels, etc. 3. Vérification (Gestion de l'environnement) -- Canada -- Guides, manuels, etc. I. Sadler, Barry, 1945- . II. Canada. Environnement Canada. III. Coll.: Rapport (Canada. Environnement Canada) ; SPE 6/FA/1. IV. Titre.

TD194.7D28 1990 363.73'63'0971 C90-098665-4

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1990
No de catalogue En 49-18/6-1F
ISBN 0-662-57752-3
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

Avis de révision

Le présent rapport a été revu par la Division des évaluations environnementales, qui en a approuvé la publication. Cette approbation ne signifie pas nécessairement que le contenu soit conforme aux vues et aux politiques d'Environnement Canada. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne signifie pas qu'on en recommande ou approuve l'emploi.

Commentaires

Les personnes qui désirent faire part de leurs commentaires sur la teneur du présent rapport sont priées de les adresser à :

Chef, Division des évaluations environnementales
Conservation et Protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Résumé

Le présent rapport contient des lignes directrices pour la surveillance et la vérification des impacts environnementaux en vue d'améliorer les capacités d'évaluation et de prévision. Les lignes directrices portent sur la surveillance de base et la surveillance des répercussions environnementales, la formulation de prévisions d'impacts environnementaux, la classification des impacts environnementaux, la vérification comme telle et le compte rendu des résultats. Ce rapport comporte également des recommandations à l'égard de la politique fédérale pour la surveillance et la vérification environnementales et la vérification de l'utilité des lignes directrices grâce à des projets de démonstration, et à l'égard d'autres directions à prendre pour des travaux connexes, y compris la revue des impacts sociaux.

Table des matières

Résumé v

Liste des figures ix

Liste des tableaux ix

Remerciements x

Section 1

Introduction 1

1.1 Objet et portée 1

1.2 Lignes directrices en matière de recherche 1

1.3 Organisation du rapport 2

Section 2

Lignes directrices pour la surveillance et la vérification 3

2.1 Surveillance de base 3

2.2 Formulation des prévisions d'impacts environnementaux 3

2.2.1 Vérification des hypothèses 3

2.2.2 Classification des impacts environnementaux 4

2.2.3 Comparaison des prévisions 5

2.3 Surveillance des répercussions 5

2.4 Présentation du rapport de l'évaluation des impacts environnementaux 5

2.5 Planification de la vérification 5

2.6 Déroulement de la vérification 6

2.7 Compte rendu des résultats des vérifications 7

Section 3

Renseignements généraux et contexte des activités de surveillance et de vérification environnementales 8

3.1 Introduction 8

3.2 Raison d'être et objectif 8

3.3 Définition des termes 9

3.3.1 Analyse postprojet 9

3.3.2 Surveillance 9

3.3.3 Vérification 9

3.4 Rôle de la surveillance et de la vérification environnementales dans le cadre de l'évaluation des impacts environnementaux 10

Section 4
Élaboration de la piste de vérification 12
4.1 Introduction 12
4.2 Sélection des projets pour vérification : critères de compatibilité 12
4.3 Conception des études de base 13
4.4 Prévisions et formulation des impacts 15
4.5 Activités de surveillance des répercussions 19
4.6 Présentation des données scientifiques dans la documentation environnementale 21

Section 5
Vérification 23
5.1 Introduction 23
5.2 Sélection de projets 23
5.3 Établissement de l'importance des activités 23
5.3.1 Besoin de concentration 23
5.3.2 Critères de vérification 24
5.4 Établissement des ressources nécessaires 24
5.5 Identification des prévisions 25
5.6 Collecte des données 28
5.7 Analyse 28
5.8 Compte rendu des résultats de la vérification environnementale 30

Section 6
Recommandations 33
6.1 Politique de surveillance et de vérification 33
6.2 Sélection de projets 33
6.3 Projets de démonstration 33
6.4 Surveillance et vérification des impacts sociaux 34

Références 35

Bibliographie 37

Annexe
Considérations fondamentales pour la conception expérimentale des activités de surveillance 41

Liste des figures

1 Le rôle de la surveillance et de la vérification dans l'évaluation des impacts environnementaux (EIE) 10

2 Faune - Caribou : Exemple d'une hypothèse d'impact terrestre extraite de l'énoncé des impacts environnementaux pour le projet du bras Cat 17

3 Diagramme utilisé pour déterminer le test statistique approprié 29

4 Diagramme permettant d'examiner les raisons de l'écart entre les répercussions prévues et les répercussions réelles 30

Liste des tableaux

1 Protocole de décision pour l'élaboration de l'EIE (Comment relier les limites de confiance aux approbations de projet?) 13

2 Catégories utilisées pour décrire la probabilité d'impact environnemental 19

3 Caractéristiques des prévisions se rapportant étroitement au modèle d'une prévision idéale d'impact environnemental 27

Remerciements

Nous désirons remercier les personnes qui ont participé, par leur travail et leur compétence, à la rédaction de cette publication. Mentionnons particulièrement Bruce Stacey et Claire Miquet, d'Environnement Canada, Bill Ross, de la faculté de conception environnementale de l'université de Calgary ainsi que le groupe de travail de la Commission économique pour l'Europe (CEE), Organisation des Nations Unies, sur l'analyse postprojet. Nous désirons également remercier Bob Weir, d'Environnement Canada, et Paul MacDonald, de Transports Canada, pour l'orientation, les conseils et l'appui qu'ils nous ont donnés.

Section 1

Introduction

1.1 Objet et portée

Le présent rapport expose des lignes directrices pour l'analyse postprojet en vue d'améliorer l'efficacité de l'évaluation des impacts environnementaux (EIE). Il porte précisément sur le rôle et le rapport de la surveillance et de la vérification à cette fin. Ces activités, lorsque appliquées selon une approche disciplinée et systématique, nous aident à acquérir une meilleure compréhension des impacts environnementaux engendrés par les projets de développement. Les méthodes visant à améliorer les aspects prévisionnels et atténuants de la pratique de l'EIE sont également examinées dans ce rapport.

Le rapport a été demandé conjointement par Environnement Canada et Transports Canada. Il vise principalement les organismes hiérarchiques du gouvernement du Canada responsables de l'application du Processus fédéral d'évaluation et d'examen en matière d'environnement (PEEE). À l'heure actuelle, il n'y a aucune clause formelle prévoyant le déroulement des activités d'EIE pour la surveillance et la vérification. Leur mise en oeuvre s'effectue de façon informelle et sur une base empirique. Cette approche a été vertement critiquée à l'Atelier national de consultation sur la réforme de l'évaluation environnementale fédérale. On a recommandé au Bureau fédéral d'examen des évaluations environnementales que l'analyse postprojet, notamment la surveillance et la vérification, se fasse sur une base plus systématique[1].

1.2 Lignes directrices en matière de recherche

Le compte rendu de la Conférence de Banff sur l'expérience canadienne et internationale en matière de vérification et d'évaluation relatives à l'évaluation et à la gestion de l'environnement a servi de point de départ au présent rapport [2]. Une série de vérifications fondées sur les résultats de l'évaluation des projets canadiens a été demandée par Environnement Canada pour servir de base à la Conférence et a été complétée par un grand nombre d'études de cas nord-américains. Plusieurs recommandations visant à améliorer la phase de suivi de l'évaluation des impacts environnementaux ont été formulées à partir des débats d'atelier. En établissant les lignes directrices pour la préparation de la vérification et de la surveillance de l'EIE, le présent rapport incorpore les conclusions et recommandations de la Conférence de Banff et établit un rapport entre ces dernières et certains cas au Royaume-Uni. Il est également conforme au thème d'un exposé sur la recherche préparé par le Conseil canadien de la recherche sur les évaluations environnementales et celles concernant l'étude de l'évaluation des impacts environnementaux. De plus, il doit compléter les travaux du groupe de travail de la Commission économique pour l'Europe (CEE) sur l'analyse postprojet (1990)[3] qui porte principalement sur les questions de procédures et de capacité de gestion de projets.

Tout d'abord, nous soulignons que la discussion portera sur les lignes directrices qui visent principalement à mieux comprendre les impacts environnementaux réels des projets de développement. Ces lignes directrices ont également pour objet d'améliorer la méthodologie d'évaluation et de gestion environnementales. Évidemment, ce ne sont là que certains aspects de la surveillance des répercussions et de l'analyse postprojet. Bon nombre de suggestions

concernant la surveillance et la vérification axées sur la science pourraient être utilisées à profit dans l'organisation d'activités dont les avantages, dans la phase de la gestion des impacts, sont plus immédiats et plus pratiques. Toutefois, ce rapport ne traite pas explicitement de ces questions. Il est clair que bon nombre de questions concernant le rapport de la surveillance à des fins scientifiques et de projet restent sans réponse[4]. Leur résolution représente la prochaine étape de l'élaboration du processus pour le suivi de l'EIE. Entre-temps, il faut faire preuve d'un jugement critique et de prudence dans l'application des lignes directrices proposées à la gestion de l'environnement.

1.3 Organisation du rapport

Ce rapport comprend cinq parties :

a) un guide de l'utilisateur «autonome» décrivant le déroulement des activités nécessaires à la surveillance et à la vérification;

b) un contexte qui met en lumière la portée et le rôle de la surveillance et de la vérification ainsi que leur rapport avec les autres éléments de l'évaluation des impacts environnementaux;

c) une étude des ajustements nécessaires au processus de l'EIE pour établir les conditions préalables à la vérification;

d) un guide étape par étape d'identification des tâches relatives à la planification et à la mise en oeuvre des vérifications d'EIE;

e) les recommandations découlant de cette étude.

Section 2

Lignes directrices pour la surveillance et la vérification

2.1 Surveillance de base

La surveillance de base doit être planifiée et mise en oeuvre au cours de l'établissement de la portée de l'évaluation des impacts environnementaux. La surveillance peut alors être intégrée à la prévision et à l'évaluation des impacts et réajustée au besoin pour se concentrer sur les impacts clés à mesure que le projet avance.

La surveillance doit être considérée comme une activité continue, qui se fait parallèlement à l'élaboration du projet. Cette fonction et la conception ultérieure des programmes de surveillance des répercussions doivent être reconnues dès le début des activités de base et planifiées en conséquence.

Les mesures de base doivent être entreprises, si possible, au moins un an avant le début du projet. La conception des programmes de base doit toutefois être empreinte de pragmatisme. Il faut utiliser de façon appropriée les données existantes ou des données suppléantes lorsque la collecte de nouvelles informations n'est pas possible.

Il faut tenir un dossier clair et précis de tous les sujets portant sur les activités de surveillance. Les détails des méthodes et techniques utilisées, les hypothèses établies et la gamme complète des résultats obtenus doivent être conservés en vue de comparaisons ultérieures dans un contexte équivalent.

Il faut élaborer un plan de surveillance qui considère la surveillance comme une activité permanente. Ce plan doit servir de structure à la collecte des informations, assurant leur pertinence en matière d'évaluation environnementale sur une période suffisante et sous une forme scientifiquement appropriée. La nécessité d'une vérification doit faire partie de la conception du plan de surveillance.

2.2 Formulation des prévisions d'impacts environnementaux

Les énoncés d'impacts environnementaux prévisionnels doivent être exprimés sous forme d'hypothèses vérifiables.

2.2.1 Vérification des hypothèses

En vérifiant les hypothèses, tout changement à l'environnement peut être analysé avec un plus grand degré de précision et être mieux compris, ce qui permet de faire ainsi des prévisions plus précises à l'avenir.

Les probabilités ou les degrés de certitude doivent être énoncés de façon plus explicite, pour faire des prévisions qui se prêtent plus à l'analyse et donner une indication plus précise de ce à quoi on peut s'attendre.

Les énoncés de probabilité doivent refléter la confiance qui se rattache aux données originales.

On doit obtenir une plus grande précision dans l'expression des prévisions. Une plus grande quantité d'information doit être explicitée.

Par exemple :

- Quelles sont les probabilités que survienne l'impact environnemental?
- Quelle variable est sujette aux changements découlant du développement?

- Quelle est l'amplitude des répercussions éventuelles découlant du développement (par exemple : le nombre de personnes touchées)?
- Quelle est l'étendue géographique de l'impact environnemental?
- Quelle est la durée de l'impact environnemental?
- Quelle est la signification environnementale de l'impact?
- Quelle certitude ou quelle confiance peut-on avoir dans cette prévision en fonction de la qualité et de la quantité des informations environnementales utilisées pour établir cette prévision?

Voici un exemple de ce genre de prévision : «L'effet d'un réchauffement de 5 °C de l'eau de la rivière dans une zone à 100 m en aval d'un point d'évacuation ne causera aucun dommage dans la répartition des oeufs et du frai chez les salmonidés.»

2.2.2 Classification des impacts environnementaux

Dans les cas où il est difficile de quantifier les prévisions d'impacts, il faut faire preuve d'un bon jugement basé sur l'expérience pour faire des évaluations qualitatives.

Il est utile d'établir les différentes catégories d'évaluation qualitative afin de représenter les différents niveaux de gravité. Trois catégories sont généralement utilisées :

- mineure;
- moyenne;
- majeure.

Lorsque c'est possible, il faut appliquer des seuils quantitatifs à la définition des impacts environnementaux mineurs, moyens ou majeurs. Ces seuils peuvent être basés sur des normes réglementaires ou internes ou encore sur des objectifs de politique. La base de la caractérisation doit cependant être explicite.

Par exemple, un **impact mineur** doit être défini comme étant un impact qui se produit lorsque la limite réglementaire ou admise n'est pas approchée, un **impact moyen**, lorsque la limite réglementaire ou admise est approchée mais non dépassée, et un **impact majeur**, lorsque la limite réglementaire est dépassée et que des mesures correctives sont nécessaires pour réduire l'interaction dans des limites acceptables.

Voici quelques exemples d'interactions qui devraient être traités de cette façon :

- l'émission de gaz et de matières particulaires dans l'atmosphère (concentrations/volumes);
- la composition chimique des émissions, évacuations ou ruissellements aqueux (concentrations/volumes);
- les niveaux de bruit;
- les niveaux d'emploi;
- la circulation.

Lorsqu'on ne peut pas exprimer de seuil quantitatif, chaque terme doit être défini le plus clairement possible et basé sur :

- l'importance de l'environnement, des activités ou des intérêts touchés;
- l'acceptation de l'impact environnemental par le public;
- l'éventualité d'impact environnemental sur des espèces rares ou en danger, des habitats ou des sites;
- la réversibilité ou l'irréversibilité des répercussions;
- la fréquence, la durée et l'amplitude de l'impact environnemental;

- le jugement des experts.

Il faut adopter une convention pour les prévisions relatives aux mesures d'atténuation en tenant compte, en premier lieu, des répercussions non atténuées, en second lieu, des répercussions atténuées et, en troisième lieu, des répercussions résiduelles.

2.2.3 Comparaison des prévisions

En l'absence de mesure d'intervention, la répercussion anticipée doit être énumérée en premier. La répercussion faisant l'objet d'une mesure d'atténuation doit être citée en second lieu, ce qui constitue une distinction entre les deux prévisions. Le degré de la différence normalement causée par cette intervention doit également être énoncé de façon explicite.

2.3 Surveillance des répercussions

La surveillance des répercussions doit être conçue de façon à établir des relations de cause à effet et constituer la base de la gestion des impacts environnementaux à la suite de l'application des mesures correctrices.

Il importe que les éléments fondamentaux de conception de l'expérimentation soient appliqués à la conception des programmes de surveillance. L'établissement d'ensembles de données de «référence» ou de données «témoins», par exemple, pour des méthodes expérimentales traditionnelles, permet de lier de façon plus certaine les paramètres environnementaux aux répercussions précises du projet.

La reconnaissance de la surveillance comme activité permanente permet de combiner la fonction de surveillance de référence avec la surveillance de base (voir l'annexe). La cohérence, en ce qui a trait aux méthodes de mesures et aux techniques analytiques d'interprétation, doit être maintenue tout au long du cycle du projet. Il est important de procéder ainsi si l'on veut faire des comparaisons valables entre les conditions qui existaient avant et après un impact environnemental particulier.

2.4 Présentation du rapport de l'évaluation des impacts environnementaux

Les rapports de l'évaluation des impacts environnementaux doivent être lisibles et présenter des prévisions revêtant la forme d'hypothèses de façon claire et compréhensible. Il est utile de faire deux volumes, le premier présentant un résumé non technique des principales conclusions de l'évaluation, et le deuxième comprenant les informations techniques détaillées ainsi que les analyses.

Le rapport ne doit pas être considéré comme un document produit simplement pour obtenir l'autorisation d'un projet, mais doit être un texte de travail à mettre à jour et à réviser tout au long du projet. Les rapports peuvent être présentés sous forme de documents à feuilles mobiles qui peuvent être modifiés et amendés à mesure que rentrent les nouvelles informations, ou bien lorsque de nouvelles caractéristiques de conception ou de nouveaux procédés opérationnels sont incorporés au projet.

2.5 Planification de la vérification

Dans le cas de projets nécessitant une vérification, mais pour lesquels les conditions préalables de cette vérification n'ont pas été nécessairement respectées, il faut établir le bien-fondé d'un projet donné en répondant par l'affirmative aux questions suivantes :

- Le projet est-il actuellement opérationnel?

- Est-il en opération depuis suffisamment de temps pour avoir eu des impacts environnementaux?
- Des prévisions ont-elle été faites au sujet des impacts environnementaux éventuels?
- Existe-t-il des programmes de surveillance fournissant des données qui permettent une comparaison entre les répercussions réelles et les répercussions prévues?

Un élément intégral de la planification de vérification vise à établir la portée ou le champ d'action de cette vérification.

- La vérification se concentrera-t-elle sur la vérification des techniques prévisionnelles?
- Se concentrera-t-elle sur les impacts environnementaux revêtant une préoccupation ou un intérêt particulier?
- Se concentrera-t-elle sur le degré de mise en oeuvre des mesures d'atténuation adoptées et leur degré d'efficacité?
- Son domaine de concentration sera-t-il différent de ceux indiqués ci-dessus?
- Quelles sont la nature et la quantité des informations qui existent déjà pour les impacts environnementaux prévus?
- Quelle est la signification des répercussions prévues?
- Peut-on surveiller et évaluer la précision des prévisions?
- Quelle est la valeur des informations obtenues si on la compare aux coûts de la vérification?

Il faut établir les besoins en ressources. On doit obtenir les compétences nécessaires suivant les disciplines, le degré de familiarisation avec le fonctionnement général, la gestion et les techniques institutionnelles. Les responsabilités doivent être définies.

2.6 Déroulement de la vérification

Il faut adopter un processus facilitant l'identification et la sélection des prévisions qui se prêtent à une vérification. Ce processus doit tenter de relier les prévisions aux répercussions réelles de façon scientifique et analyser les causes des variations entre elles afin d'identifier les raisons du succès ou de l'échec.

Il faut adopter une définition du terme «prévision» avant de déterminer les prévisions. Voici une suggestion :

Une prévision est un énoncé des changements anticipés à l'intérieur d'un ou de paramètres environnementaux particuliers à la suite d'une action ou d'un plan d'action donné; elle peut également inclure des énoncés ne prévoyant **aucun** changement.

Une fois que les prévisions ont été déterminées, on peut voir si elles se prêtent à une vérification en se posant les questions qui suivent :

- Les comparaisons quantitatives sont-elles possibles?
- Les tests statistiques s'appliquent-ils?
- Existe-t-il de l'information permettant de vérifier les prévisions?

Il faut tenir compte de la façon dont l'information sera analysée pour vérifier l'hypothèse. Un certain nombre de questions doivent d'abord être posées afin de déterminer cette méthode :

- Quelles sont la nature et la forme des données rassemblées?
- Quelles sont les sources possibles de données?

- Quelles méthodes appropriées existent déjà? Sont-elles conformes aux méthodes, aux échantillonnages et aux techniques analytiques utilisés jusqu'ici?

- L'utilité des prévisions est-elle limitée?

L'objet de cette analyse est d'établir le lien entre les impacts environnementaux prévus et réels de façon à mieux comprendre la précision des prévisions et la valeur de l'évaluation. Il faut choisir des méthodes d'analyse appropriées qui sont influencées par le genre de données à analyser. Les méthodes possibles d'analyse comprennent les tests statistiques, la comparaison par jugement éclairé, etc.

2.7 Compte rendu des résultats des vérifications

Les résultats des vérifications doivent être ouvertement et largement diffusés afin de faciliter les améliorations à apporter à la formulation des règlements sur l'environnement, la conception et l'exécution des projets et la pratique de l'évaluation des impacts environnementaux en encourageant l'apprentissage par l'expérience.

Section 3

Renseignements généraux et contexte des activités de surveillance et de vérification environnementales

3.1 Introduction

Les activités de surveillance et de vérification environnementales sont un nouveau domaine de recherche qui est digne d'intérêt. On reconnaît les avantages de ces activités, mais elles ne sont pas encore devenues une partie intégrante de l'évaluation des impacts environnementaux. Cette section présente un contexte de base ou un cadre de référence servant à relier la surveillance et la vérification à cette méthodologie globale, et elle comprend :

a) un énoncé de la raison d'être et de l'objectif de la surveillance et de la vérification;

b) une définition de la nature et de la portée des termes reliés à la surveillance et à la vérification;

c) un modèle du rôle et de la place de la surveillance et de la vérification pour la mise au point d'un processus d'évaluation des impacts environnementaux intégré et souple.

3.2 Raison d'être et objectif

La raison d'être de la surveillance et de la vérification peut être illustrée par référence aux problèmes traditionnels relatifs à la pratique de l'évaluation des impacts environnementaux. Malgré la variabilité des systèmes et des cadres institutionnels dans lesquels elle se déroule, l'évaluation des impacts environnementaux demeure un exercice prévisionnel centré sur l'identification des changements causés par des projets de développement. Ce processus donne lieu éventuellement à la préparation d'un énoncé des impacts environnementaux ou d'un document semblable qui établit les conditions de l'approbation d'un projet. Le paradoxe de l'EIE, telle qu'elle est pratiquée actuellement, provient du fait qu'on prête relativement peu d'attention aux répercussions réelles découlant de la construction et de l'exploitation d'un projet. Sans une certaine forme de suivi systématique de la prise de décisions, l'EIE peut devenir un processus pour la forme, une chasse aux rapports pour garantir le permis du projet plutôt qu'un exercice rationnel de gestion environnementale.

La surveillance et la vérification sont quelques-unes des méthodes utilisées pour convertir l'évaluation des impacts environnementaux d'un processus statique en un processus itératif caractérisé par un retour d'information et un ajustement. Elles fournissent l'information utile à un certain nombre de points après l'autorisation du projet. La surveillance permanente, par exemple, sert de base à des mesures d'atténuation progressive. Elle facilite également d'autres interventions de gestion pendant la mise en oeuvre d'un projet.

À l'étape postprojet, les données sur la surveillance servent de base à la vérification et à l'identification des changements survenus. La vérification est également utilisée pour s'assurer de la précision des prévisions et de l'utilité des mesures d'atténuation. Le transfert des connaissances sur la nature des répercussions et les méthodes d'analyse appropriées est conçu pour améliorer la conception de projets futurs et le processus d'évaluation des impacts environnementaux.

3.3 Définition des termes

La surveillance, la vérification et les activités connexes sont définies de façons diverses dans la documentation. L'emploi de ces termes manque souvent d'uniformité. L'une des recommandations de la Conférence de Banff sur la vérification et l'évaluation en matière d'évaluation et de gestion environnementales concernait l'adoption d'un vocabulaire commun afin d'éviter toute confusion possible. Les définitions qui suivent sont parmi les plus courantes :

3.3.1 Analyse postprojet

Il s'agit du terme général utilisé pour désigner la recherche et les activités d'appui entreprises après qu'un projet est terminé. Ce processus est différent, en principe, de la mise en oeuvre d'un projet dont la fonction est axée sur le contrôle plutôt que sur l'examen, et dont la portée est immédiate, plutôt qu'à long terme.

3.3.2 Surveillance

Elle consiste généralement en la collecte systématique de données par l'entremise d'une série de mesures répétitives. Plusieurs types de surveillance s'appliquent à l'évaluation des impacts environnementaux :

a) **La surveillance de base** désigne la mesure des variables environnementales au cours d'une période représentative d'avant-projet pour vérifier et déterminer les conditions existantes, les éventails de variation et le processus de changement.

b) **La surveillance des répercussions ou des impacts** consiste à mesurer les variables environnementales au cours des phases de construction et d'opération du projet pour connaître les changements causés par celui-ci.

c) **La surveillance du degré de conformité** se présente sous la forme d'échantillonnages périodiques et/ou de mesures continues des taux d'évacuation de déchets, du bruit ou de toute autre émission pour s'assurer que le tout est conforme aux conditions stipulées et que les normes sont respectées. (La surveillance et l'inspection peuvent également être utilisées dans ce contexte et ne comportent pas nécessairement des mesures ou des activités répétitives.)

3.3.3 Vérification

Il s'agit d'un terme emprunté au domaine de la comptabilité parce qu'il véhicule la notion d'attestation des données et de vérification de la pratique. La vérification vise à améliorer la compréhension scientifique et les méthodes d'évaluation des impacts environnementaux. Dans ce contexte, ce terme désigne :

a) l'organisation de données de surveillance de façon à enregistrer tous les changements relatifs au projet;

b) la comparaison des impacts réels avec les impacts prévus.

D'après les données sur la surveillance, la vérification de l'évaluation des impacts environnementaux (EIE) permettra d'examiner les raisons des variations observées entre les impacts réels et les impacts prévus. Cette information peut être reliée à la nature et à la qualité de la banque de données, ainsi qu'au choix et à l'application des méthodes d'évaluation et d'atténuation. Ce type d'analyse fait appel à un degré considérable d'interprétation et de jugement; il va également bien au-delà de la simple notion d'une vérification qui vise à assurer le respect de certaines normes ou de certains objectifs prédéterminés.

Dans ce dernier sens, l'expression «vérification environnementale» est souvent utilisée pour désigner les tâches visant à assurer la sécurité au niveau de la gestion dans l'exploitation d'une usine. Elle pourrait également se référer à la conformité, aux exigences réglementaires et aux objectifs du ministère, y compris les procédures de gestion de l'environnement. Ce type d'activité repose

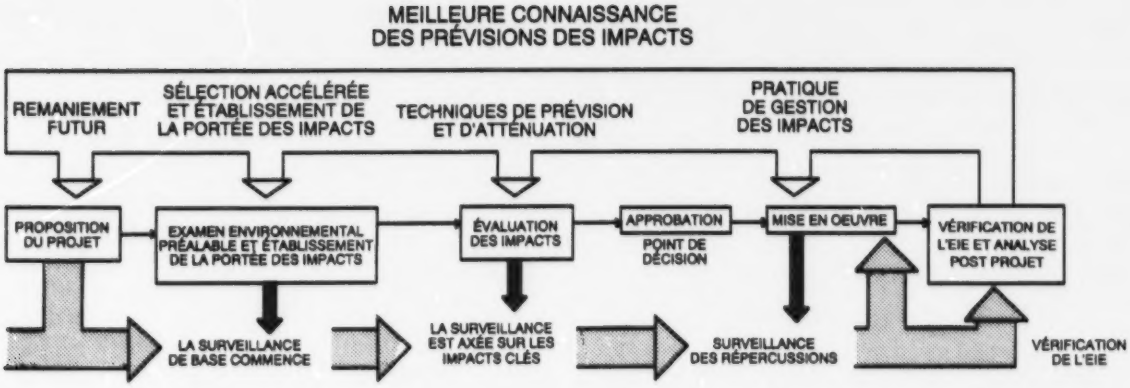


Figure 1 Le rôle de la surveillance et de la vérification dans l'évaluation des impacts environnementaux (EIE)[5]

sur des entrevues et des analyses de documents et s'apparente à la notion classique d'une vérification axée sur la «piste des documents».

Aux fins du présent rapport, une vérification est associée aux activités visant à améliorer la capacité technique et scientifique de l'EIE; elle est plus axée sur la pratique de l'EIE que sur l'évaluation des projets individuels.

3.4 Rôle de la surveillance et de la vérification environnementales dans le cadre de l'évaluation des impacts environnementaux

Le rôle et la place des activités de surveillance et de vérification environnementales à l'intérieur des processus de l'évaluation des impacts environnementaux (EIE) sont illustrés à la figure 1. Telle qu'elle est envisagée dans la présente section, la surveillance devient une partie intégrante de l'EIE pour les grands projets d'importance environnementale, généralement caractérisés par une incertitude ou une controverse. Les programmes de surveillance de base sont structurés par la sélection et l'établissement de la portée des impacts et sont ensuite redéfinis lors de la phase de l'analyse des impacts environnementaux. Ces programmes continuent tout au long des phases de mise en oeuvre et d'opération du projet pour fournir des données sur les répercussions résiduelles.

La vérification de l'évaluation des impacts environnementaux est un élément de l'analyse postprojet qui comprend un examen d'administration et de gestion. La vérification déclenche la série d'événements présentés à la figure 1 qui fournit un retour d'information au processus de surveillance. Les sections 4 et 5 donneront une analyse détaillée des étapes entreprises en ce sens.

À ce stade, le principal point à souligner est que la surveillance et la vérification sont essentielles pour traduire le concept d'une EIE intégrée et souple en mode opérationnel. Cette approche, qui demeure la pierre angulaire internationale de la théorie et de la pratique, est basée sur la reconnaissance fondamentale que nos connaissances scientifiques actuelles des méthodologies écologiques sont minées par l'incertitude. En mettant les choses au mieux, il est difficile de prévoir les nombreux changements causés par des projets dans des systèmes naturels de grande complexité. Aussi rigoureuse que soit l'analyse, aucune EIE ne peut venir à bout de cette contrainte fondamentale. Faire face à l'imprévu demande une méthode souple dans laquelle la surveillance secondée par la vérification fait partie intégrante du processus permanent de conception expérimentale et d'adaptation.

L'importance des activités de surveillance et de vérification en vue d'améliorer la base scientifique du Processus fédéral d'évaluation et d'examen en matière d'environnement (PEEE) a été clairement reconnue lors de l'atelier national de consultation qui s'est tenu à Ottawa du 8 au 10 mars 1988. On a porté une attention particulière au rôle de la vérification et de la surveillance du projet pour renforcer et étendre les examens d'administration et de procédures. Les examens sont conçus pour s'assurer que la mise en oeuvre du projet se fait conformément au processus établi. On a recommandé que les vérifications du type mentionné dans le présent rapport soient effectuées de façon régulière. Cette nécessité a été liée à l'importance de la recherche appliquée pour vérifier les hypothèses relatives aux impacts et améliorer les méthodes prévisionnelles, d'où l'objet de la section qui suit.

Section 4

Élaboration de la piste de vérification

4.1 Introduction

La surveillance et la vérification sont déjà acceptées comme faisant partie de la séquence de l'évaluation des impacts environnementaux (EIE). Ces processus établissent le contrôle de la qualité et le retour d'information du processus d'évaluation des impacts environnementaux.

Un certain nombre de conditions doivent cependant être respectées pour le bon fonctionnement du retour d'information. D'abord, il faut établir les protocoles qui servent à déterminer les projets devant être soumis à la vérification. Deuxièmement, il faut fixer certaines exigences de procédures pour que les activités se déroulent de façon adéquate. Plus précisément, ces exigences ont trait aux activités de surveillance, à la formulation des prévisions des impacts et à la présentation des rapports d'EIE. La présente section est axée sur ces conditions préalables qui forment la «piste» de vérification.

4.2 Sélection des projets pour vérification : critères de compatibilité

La première étape de la planification d'une vérification environnementale consiste à identifier les façons dont cet élément peut être intégré au PEEE fédéral. Cette section propose une stratégie formelle pour la conception de la recherche expérimentale. Elle est basée sur les critères utilisés pour établir l'importance environnementale des propositions contenues dans le *Guide pour l'évaluation initiale* préparé par le Bureau fédéral d'examen des évaluations environnementales (1986). La stratégie est également fondée sur les procédures établies pour effectuer une première évaluation des impacts environnementaux (EIE) et/ou soumettre une proposition à l'examen d'une commission indépendante. L'objet essentiel de ce système est d'assurer que le degré d'analyse est conforme à la nature, à l'importance et à la portée du problème et, par extension, au degré de confiance en la capacité prévisionnelle.

Par définition, les propositions qui nécessitent une EIE et/ou un examen par une commission sont des projets d'envergure caractérisés par une incertitude scientifique quant à leurs impacts environnementaux éventuels. Ces projets, de par leur nature même, se prêtent parfaitement à la vérification et à la surveillance environnementales afin d'améliorer la compréhension scientifique de la prévision des impacts et de la méthodologie de l'évaluation des impacts environnementaux. Un mémoire d'entente concernant cette approche constituerait une première étape pratique visant à incorporer la vérification et la surveillance environnementales comme vecteurs de la recherche expérimentale. Le tableau 1 donne une classification du type de rapport entre les degrés d'incertitude et les efforts en matière de recherche qui pourraient être déployés. En général, plus le degré de confiance dans les prévisions en matière de répercussions éventuelles est bas, plus la recherche sera intensive.

Le processus de vérification n'est pas le domaine exclusif des grands projets. Des projets et des programmes de moindre importance peuvent également s'appliquer, et les avantages que procurent la vérification et la surveillance peuvent également améliorer la pratique en matière d'EIE. En fin de compte, ce que l'on vise en choisissant les projets en vue de la vérification, c'est de

Tableau 1 Protocole de décision pour l'élaboration de l'EIE (Comment relier les limites de confiance aux approbations de projet?)(5)

NIVEAU DE CONFIANCE	COTATION DES DONNÉES	CONNAIS-SANCE DU PROCESSUS	APPROCHE PERMISE	APPROBA-TION	CODE DE COULEUR	MODALITÉS ET CONDITIONS DE MISE EN OEUVRE	ACTIVITÉS DE SUIVI
95 %, Élevé/réel	Fiables	Rapports de cause à effet prouvés	Prévision statistique	Sans restriction	Vert	Normes ordinaires	Surveillance
Assez élevé	Suffisantes	Preuves pour les hypothèses	Simulation quantitative	Avec restriction	Jaune	Règlements spéciaux	Surveillance-vérification de la performance
Assez bas	Insuffisantes	Liens hypothétiques	Modélisation conceptuelle	Conditionnelle	Orange	Contrôles stricts Projets à titre d'expérience	Évaluation globale des résultats de la recherche et de la gestion
Bas/Intuitif 50 %	Absentes ou douteuses	Spéculation	Opinion professionnelle	Report	Rouge	Projet pilote Études spéciales	Toutes les activités susmentionnées

maximiser le rendement des investissements en données produites et en acquis tiré de l'expérience. Le principe de la vérification est qu'elle se prête à tous les projets de développement, quelle que soit leur importance. La vérification devrait donc être acceptée comme partie intégrante de toutes les pratiques d'évaluation et de gestion des projets, et non porter uniquement sur les projets couverts par la politique ou la législation actuelle.

L'idée fondamentale d'une vérification de l'EIE est de rendre institutionnelle la méthode empirique nécessaire pour traiter les problèmes écologiques et socio-économiques complexes. Cette approche fournit les critères requis pour l'évaluation de la compatibilité des projets comme expériences. On crée ainsi une boucle systématique de retour d'information qui permet d'accroître la capacité technique et l'efficacité de la conception et de l'application d'un projet (voir la figure 1). Cependant, ces objectifs dépendent d'autres conditions dont on ne traite pas ici, notamment la nécessité d'une banque de données informatisées pour fournir l'information aux organismes hiérarchiques et autres établissements.

4.3 Conception des études de base

Les études de base sont utilisées pour obtenir l'information nécessaire sur les conditions environnementales existant avant la réalisation d'un projet. Elles fournissent la base nécessaire en vue de mener à bien l'évaluation des impacts environnementaux pour mesurer les changements produits par le projet et comparer les changements réels avec les répercussions prévues. C'est pourquoi il faut adopter une approche pragmatique relativement à la conception de l'étude de base et à son application. Les écosystèmes sont complexes et dynamiques, caractérisés par une variabilité naturelle. Compte tenu des contraintes de temps et de coûts, les systèmes de surveillance doivent être en mesure de révéler les processus de changement et les tendances s'échelonnant dans le temps. Ils doivent également se conformer aux normes d'analyse scientifique acceptées et être complétés par des connaissances et des données additionnelles.

La caractérisation précise de la base environnementale, et, par conséquent, le niveau de confiance de la prévision des impacts environnementaux sont directement proportionnels à la période de temps pour laquelle ils existe des données appropriées. La conception des études de base doit tenir compte de ce compromis inévitable.

La surveillance de base a toujours été considérée comme la première étape d'une série d'activités commençant par une prévision et se terminant par la surveillance des répercussions. Cette situation a mené par le passé à une caractérisation statique de l'environnement effectuée sans l'avantage de mesure statistique, de la définition des variables clés ou de changements de processus. Cette approche à la surveillance de base a par la suite limité la capacité de particuliers à entreprendre une vérification satisfaisante de l'EIE.

La surveillance doit maintenant être considérée comme une activité permanente dans laquelle la surveillance de base, la prévision des impacts environnementaux et la surveillance des répercussions se complètent mutuellement. Par exemple, la prévision des impacts environnementaux permet de préciser les besoins en matière de données de base, en soulignant les répercussions éventuelles qui devraient devenir le pôle de la surveillance permanente.

La surveillance des répercussions demande que des relations causales entre l'action et l'effet soient établies. Cette condition ne peut être remplie que par une conception expérimentale comprenant les activités de surveillance «témoins» et «de traitement» (voir l'annexe). L'objet des données témoins est de fournir une description de la variation inhérente à l'environnement, qui peut être comparée avec la variation observée dans la zone touchée. Dans ce contexte, le rôle de la surveillance de base et celui de la surveillance témoin sont équivalents.

Les études de cas préparées pour la Conférence de Banff soulignent la nécessité d'un échantillonnage adéquat «avant» et «après» et de l'importance de réunir des données suffisantes pour établir des données qui se prêtent à la comparaison. La variabilité inhérente de certains paramètres environnementaux ne peut être établie de façon sûre lorsqu'il y a trop de données ou que la période de collecte est trop courte. Des études ont fait remarquer qu'aucun échantillonnage postprojet ne peut compenser l'absence de données précises d'avant-projet.

S'il est nettement souhaitable d'obtenir des données précises d'avant-projet, ce n'est pas toujours possible ni faisable. Dans ces circonstances, on peut utiliser les données existantes et, le cas échéant, des données de substitution.

Les programmes de surveillance de base doivent être conçus pour :

i) donner une description des variations inhérentes au cours de la phase précédant le développement;

ii) établir le rapport entre les changements réels et les changements prévus au cours de la mise en oeuvre du projet;

iii) établir les rapports de cause à effet pour toute la durée du projet.

Les programmes de surveillance comportant ces caractéristiques faciliteront la prévision et la vérification des impacts environnementaux et serviront de base aux activités de gestion des impacts environnementaux, qui visent notamment à mettre en oeuvre et à mettre au point des mesures d'atténuation et à assurer la conformité aux nombres d'émissions et aux méthodes d'opération.

D'autres études comme l'étude Rogers Pass soulignent également la nécessité d'une documentation complète et précise. Il faut améliorer non seulement la conception des

études de base, mais également tout le processus de gestion des dossiers. Les détails sur les méthodes et techniques utilisées par les programmes, les hypothèses faites et la gamme complète des résultats obtenus doivent être documentés pour permettre des comparaisons ultérieures dans un contexte équivalent. Ceci aidera à minimiser les problèmes se rapportant à des questions telles que la rotation du personnel.

La surveillance doit être entreprise conformément à un plan qui reflète l'établissement de l'importance conformément au concept des éléments d'écosystème évalués (figure 1). La stratégie et la conception des études de base doivent assurer que l'information acquise se rapporte bien aux questions pressenties. Ces études doivent également refléter les conditions au cours d'une période adéquate et se conformer au besoin d'établir des conclusions statistiquement acceptables.

4.4 Prévisions et formulation des impacts

Le manque de précision dans l'expression des prévisions d'impacts environnementaux gêne la vérification de l'EIE. Des expressions qualitatives telles que «petite réduction» ou «répercussion minime» peuvent être utiles aux besoins de la gestion quotidienne et à la prise de décisions. Par contre, elles ne sont pas soumises à une vérification ayant un certain degré de précision. On peut contourner ce problème en exprimant, dans la mesure du possible, les prévisions d'impacts environnementaux sous forme d'hypothèses vérifiables. Les hypothèses sont la condition fondamentale de l'application des tests statistiques et sont donc essentielles pour que les données de surveillance soient interprétées correctement.

Le programme de surveillance et de recherche environnementales, entrepris dans le cadre du projet de mise en valeur des hydrocarbures dans la mer de Beaufort, est un bon exemple d'approche utilisant les hypothèses comme prévisions d'impacts. Des hypothèses ont été formulées relativement à la conception, au fonctionnement et à l'évaluation du projet. Elles ont été utilisées par la suite comme base d'une enquête sur les effets réels du développement. De cette façon, les prévisions faites dans les hypothèses originales pouvaient être soit vérifiées, soit réfutées [6].

Une approche légèrement différente est décrite dans l'une des études de cas de la Conférence de Banff dans laquelle des prévisions d'impacts environnementaux ont été formulées pour des projets d'aménagement hydroélectrique. Chaque prévision est représentée par une hypothèse simple ou une série d'hypothèses, catégorisée selon la méthode utilisée pour l'établir; par exemple, d'après le modèle d'habitat, par la connaissance de la biologie des espèces, par un travail expérimental, etc.

L'exemple suivant de la façon dont diverses hypothèses peuvent être tirées pour aider à prédire les répercussions environnementales d'un projet de développement pourrait être utile.

L'inondation d'un bassin versant causée par la création d'un nouveau réservoir peut avoir un certain nombre d'impacts éventuels différents en matière d'environnement. Les hypothèses qui suivent portent sur une prévision d'impact terrestre :

i) accès plus important à de nouvelles zones naturelles (résultant d'un paradigme de réservoir) qui entraîne à son tour une augmentation des pressions exercées en vue de chasse légale (et illégale);

ii) perturbation minimale des migrations (dérivée d'un modèle axé sur les écosystèmes);

iii) perte d'une faible étendue de la zone de répartition de caribous (dérivée d'un modèle axé sur les écosystèmes);

iv) troubles sensoriels accrus dans les zones adjacentes (résultant d'un enchaînement logique ou évident) qui causent un déplacement temporaire des animaux dans leur zone d'hivernage (résultant de la connaissance de la biologie des espèces).

La répartition des hypothèses est expliquée à la figure 2. On a utilisé douze catégories différentes de dérivation :

- modèle d'habitat ou de capacité biotique;
- modèle (dynamique) de simulation des systèmes;
- modèle statistique;
- paradigme de réservoir;
- paradigme de ville-champignon;
- connaissance de la biologie des espèces;
- texte de référence standard;
- travail expérimental;
- collecte de données sur le terrain - surveillance axée sur l'écosystème ou tenant compte de l'écosystème;
- non documenté ou inconnu;
- conséquence logique ou enchaînement causal évident.

Bien qu'elle soit sophistiquée et coûteuse, cette approche donne incontestablement une indication beaucoup plus claire des hypothèses formulées au cours de la prévision des impacts environnementaux. Étant donné qu'elle est spécifique et explicite, elle permet d'en apprendre plus à partir des comparaisons entre les prévisions et les résultats des activités de surveillance. Un certain nombre d'études [7] citent des exemples de prévisions de répercussions qui se sont par la suite révélées erronées.

Une étude menée auparavant au Royaume-Uni a démontré que, des 76 prévisions vérifiables, seulement 43 se sont par la suite avérées exactes [7].

Une approche plus répandue de prévision des impacts environnementaux se trouve dans l'application des modèles numériques. Ces modèles sont des analogies mathématiques d'environnements ou des sous-systèmes particuliers et sont souvent utilisés sans connaissance préalable des degrés de fiabilité de leurs capacités prévisionnelles. Ces modèles doivent donc être validés en les vérifiant par rapport à des situations «de données réelles».

Les modèles prévisionnels dont il est question dans un certain nombre d'études de cas n'ont pu être vérifiés en ce qui a trait à leur précision prévisionnelle étant donné que les intrants étaient souvent différents des paramètres du projet en construction [7]. Ce n'est cependant pas surprenant, car ces modèles prévisionnels sont généralement construits à partir d'informations limitées et, quelquefois, de vagues hypothèses. Il est donc plus utile de savoir si les prévisions d'impacts sont, de façon générale, d'un bon ordre de grandeur plutôt que de savoir si une prévision est, à proprement parler, exacte ou non. Il faudrait cependant se rendre compte que, bien qu'il y ait eu des difficultés à établir la précision des modèles à cause d'un manque de données, ces modèles pourraient néanmoins avoir joué leur rôle en aidant à prédire les impacts environnementaux éventuels.

Un cadre d'évaluation à l'intérieur duquel on peut vérifier la précision des modèles d'évaluation environnementale a été décrit [9]. La méthode élaborée par Schaeffer [10] consiste en cinq tâches principales qui peuvent être posées comme questions par les utilisateurs des modèles d'évaluation environnementale lorsqu'une évaluation environnementale est entreprise. Ces tâches s'énoncent comme suit :

i) suppositions de base - sont-elles appropriées aux tâches à accomplir?

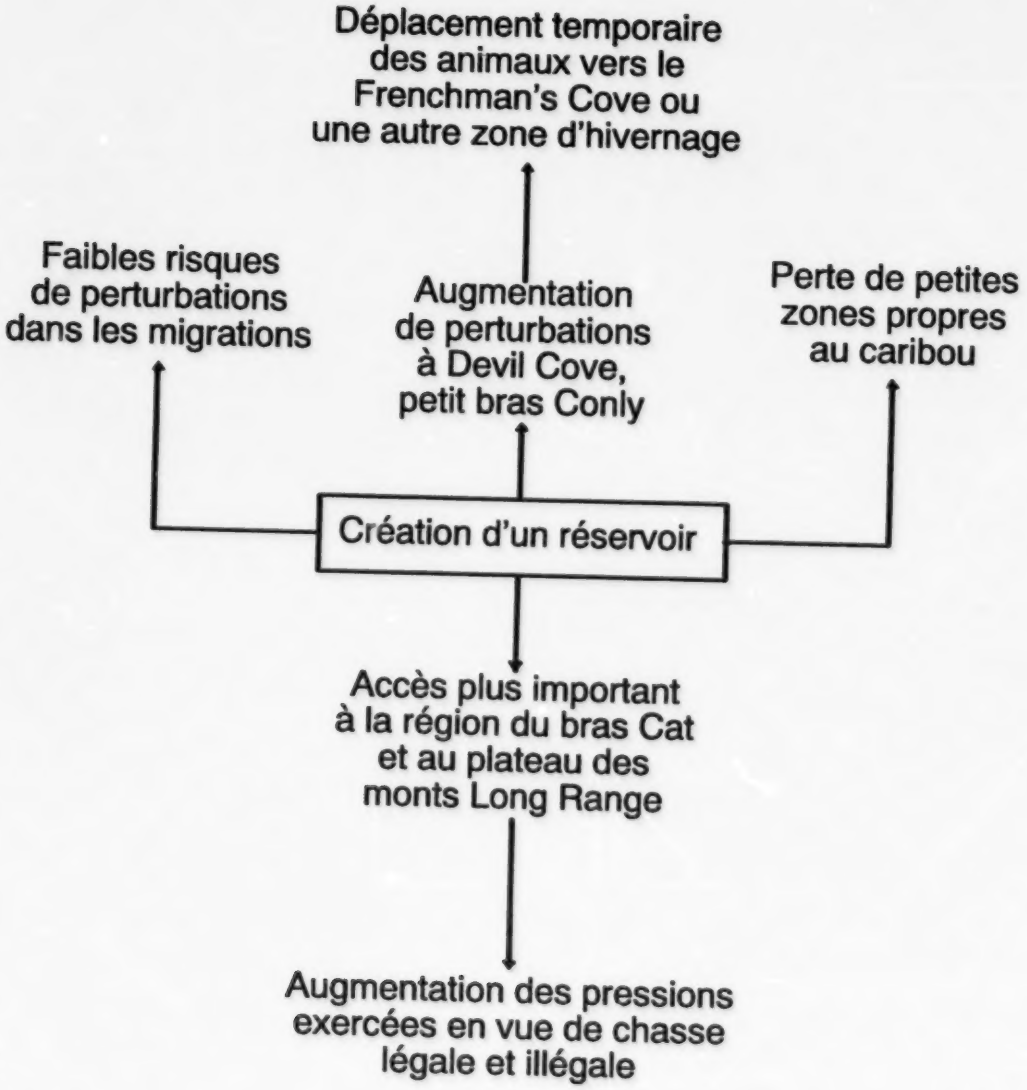


Figure 2 **Faune - Caribou : Exemple d'une hypothèse d'impact terrestre extraite de l'énoncé des impacts environnementaux pour le projet du bras Cat (Newfoundland and Labrador Hydro, 1980)[8]**

ii) évaluation des données - quelles sont la qualité et la quantité des données disponibles à utiliser avec le modèle?

iii) analyse de sensibilité - des études ont-elles été faites pour déterminer les paramètres qui influent le plus sur l'établissement des prévisions du modèle?

iv) validation - à quel degré les prévisions du modèle sont-elles conformes aux mesures des mêmes quantités faites sur le terrain ou en laboratoire?

v) comparaison - a-t-on évalué les avantages et les inconvénients de l'utilisation d'un modèle plutôt qu'un autre?

Le besoin de ce type d'évaluation est justifié par les conclusions de Hecky *et al.*[11] L'étude du lac South Indian suppose que les prévisions d'impacts environnementaux erronées sont dues au fait qu'on n'a pas tenu suffisamment compte de facteurs systématiques importants comme l'action de la chaleur, la turbidité, la température, etc., dans les modèles prévisionnels existants des réactions environnementales. Lorsque les hypothèses de base du modèle sont fausses ou inadéquates, il s'ensuit que de nombreuses estimations des paramètres, calculées à l'aide de ce modèle, sont susceptibles d'être fausses.

Bien qu'elles découlent de l'expérience acquise avec des projets de plus grande envergure, ces observations s'appliquent également aux projets de moindre importance. Il est également important, par exemple, de prédire de façon précise les changements dans les niveaux de bruit ambiant pour une piste d'aviation ou une centrale thermique. Les principes évoqués dans le présent chapitre s'appliquent à la pratique de l'évaluation des impacts environnementaux, quelle que soit l'importance des activités étudiées.

Bien que la prévision soit la pierre angulaire de l'évaluation des impacts environnementaux, de nombreuses études indiquent qu'on n'accorde pas assez d'attention sur la façon dont les prévisions des effets anticipés sont formulées et exprimées. Les prévisions sont rarement quantifiées, même lorsqu'il est possible de le faire. La majorité des prévisions sont d'ordre qualitatif et sont formulées de façon vague et souvent ambiguë. Ces conclusions sont appuyées par des études de cas préparées pour la Conférence de Banff. Munro *et al.* [7], par exemple, font remarquer que de nombreux énoncés quantitatifs sont indéfinis. Des termes comme «minimal», «grave», «sera négligeable» ou «pourrait améliorer» ne sont pas accompagnés d'explications. Cependant, certaines études avancent des prévisions qualitatives qui sont exprimées plus en détail et avec un plus grand degré de confiance. Des énoncés provenant de ces études, tels que «aucune augmentation prévue de la productivité primaire au large, sur la majeure partie du lac; production primaire probablement plus faible [11] dans les zones littorales exposées aux grands vents», transmettent une meilleure idée de la prévision. Seule l'étude du projet hydroélectrique de Wreck Cove contenait une seule prévision quantitative : les débits mensuels moyens de la rivière Cheticamp après réalisation du projet étaient prévus en mètres cubes par seconde.

Il est nécessaire d'améliorer le contenu probabiliste des prévisions de façon à ce que les expressions adoptées indiquent le degré de certitude de l'énoncé. Soulignons l'intérêt de l'élaboration d'une convention comme celle adoptée par l'équipe de recherche d'Aberdeen [9]. On y a établi quatre catégories de probabilités et les prévisions y sont classées en fonction de l'expression qu'elles contiennent (tableau 2).

D'autres observations sont possibles d'après l'expérience acquise à la Conférence de Banff et celle des équipes de recherche à Aberdeen :

- les principaux effets sont habituellement déterminés de façon correcte, bien que les

Tableau 2 Catégories utilisées pour décrire la probabilité d'impact environnemental[9]

Précision possible	Expressions associées à la catégorie
Certitude	sera, serait
Forte probabilité	devrait, probablement, peu probable
Probabilité moyenne	probablement (probable), il est raisonnable de s'attendre à, on prévoit que
Faible probabilité	pourrait, peut-être

prévisions au niveau de l'ordre de grandeur des changements soient souvent inexactes;

- des prévisions plus exactes portent sur des événements comme des déversements d'hydrocarbures ou d'autres genres de déversements pour lesquels il existe plus d'information et dans lesquels on a plus d'expérience;
- l'aptitude à faire des prévisions exactes diminue à mesure que les interactions sont plus complexes, les principaux impacts étant les plus faciles à prévoir, et les répercussions tertiaires et de niveau supérieur les plus difficiles;
- les répercussions cumulatives sont rarement prévues de façon précise, si elles le sont.

Les impacts environnementaux atténués se prêtent moins à la vérification. Lorsqu'un impact a été atténué avec succès, il est clair qu'il n'y aura rien à enregistrer (c'est-à-dire aucun impact). Lorsque l'atténuation n'est pas réussie, il est difficile de savoir si c'est à cause d'une mauvaise gestion ou la conséquence d'une prévision inexacte. La question à savoir lequel facteur est principalement responsable d'une atténuation non réussie ne peut être résolue de façon précise que lorsque la nature et la répercussion prévue de l'atténuation sont énoncées de façon explicite; c'est rarement le cas. Si l'atténuation est mentionnée, sa répercussion prévue est habituellement énoncée en termes généraux plutôt qu'analytiques. Bien qu'utiles du point de vue opérationnel, ces énoncés n'ont guère d'intérêt pour améliorer la pratique technique.

Pour les projets présélectionnés devant être soumis à une vérification de l'EIE, il sera utile d'adopter une convention selon laquelle les effets prévus de l'atténuation sont énumérés de façon explicite et, le cas échéant, les réductions prévues des répercussions sont exprimées en termes systématiques.

4.5 Activités de surveillance des répercussions

La vérification des évaluations des impacts environnementaux repose sur l'application de données empiriques pour obtenir une information sur la qualité et la prévision des impacts environnementaux prévus. En d'autres termes, la vérification permet de comparer les changements environnementaux réels aux prévisions de changements anticipés. Cette méthode de comparaison fournit une indication du degré de précision de la prévision. Dans certains cas, ces comparaisons peuvent également révéler l'efficacité des mesures d'atténuation. Cependant, il est parfois difficile de déterminer si les mesures d'atténuation ont

été inefficaces ou si la prévision elle-même était imprécise.

La faiblesse fondamentale de la vérification de l'EIE tient au fait qu'elle suppose l'existence de relations directes de cause à effet. Par conséquent, toutes les modifications de l'environnement observées qui découlent d'un projet de développement sont considérées comme un «impact» environnemental directement relié au projet. Toutefois, d'autres influences environnementales non reliées au projet sont grandement négligées. Ainsi, les modifications des paramètres de l'environnement doivent être observées et mesurées de façon à assurer qu'elles sont attribuées directement au développement ou à l'activité à laquelle l'évaluation des impacts environnementaux se rapporte, et non à une autre force externe ou à une influence étrangère.

La difficulté des programmes de surveillance des répercussions est d'établir l'existence de relations de cause à effet, ce qui exige une conception expérimentale rigoureuse et une définition claire et explicite des objectifs. La conception expérimentale sert de point à partir duquel les tests statistiques peuvent être utilisés afin de déterminer les différences survenant dans les modifications environnementales d'un endroit à un autre. Les objectifs peuvent être de deux types : la sélection de variables à surveiller et la définition de la grandeur de la modification considérée comme significative ou importante à détecter.

La surveillance des répercussions peut avoir d'autres utilités. Une fois le projet établi, la raison d'être de la surveillance des répercussions peut passer à la surveillance ou assurer la conformité avec des normes et des méthodes d'opération prédéterminées. À un stade ultérieur, le programme de surveillance des répercussions peut contribuer à la «banque de connaissances» d'expériences de projets et peut faciliter les améliorations dans des projets futurs grâce aux leçons apprises.

La création de relations de cause à effet n'est pas une tâche facile même si certains paramètres mènent davantage à une application de méthodes expérimentales que d'autres. Les répercussions environnementales découlant d'influences artificielles sont plus faciles à mesurer si l'on peut établir deux sites expérimentaux semblables. L'un des sites serait le site «témoin» ou de «référence» qui n'est pas soumis à l'influence; le site de «traitement» serait soumis à l'influence. Par exemple, ce type d'expérience peut être utilisé pour déterminer si un changement dans la population de crustacés est le résultat d'un déversement localisé dans un estuaire. Le site de «traitement» serait probablement situé à l'intérieur d'une zone d'influence du déversement (c'est-à-dire en aval), tandis que le site «témoin» serait complètement en dehors de la zone d'influence. Des observations continues aux deux sites et des comparaisons entre eux à l'aide de tests statistiques standard indiqueraient toute différence dans la population de crustacés aux deux sites. Cela servirait de base à des conclusions sur l'influence du déversement sur la population de crustacés. Il pourrait être plus difficile d'attribuer au projet de développement des modifications à la psychologie des habitants; par contre, les mêmes principes d'expérimentation doivent toujours s'appliquer.

L'importance primordiale de la complexité des impacts cumulatifs a jusqu'ici écarté le développement d'un mécanisme satisfaisant pour l'établissement, avec un degré de fiabilité, des relations de cause entre l'action du projet et les répercussions observées. La surveillance des répercussions cumulatives demeure un domaine à développer et, pour cette raison, l'évaluation des impacts environnementaux cumulatifs et la vérification ne sont pas considérées comme faisant partie du cadre de ces lignes

directrices. Il s'agit d'un secteur important où il pourrait y avoir d'autres recherches.

Le présente section ne prétend pas fournir des conseils sur la conception des programmes de surveillance des répercussions, mais tout simplement montrer pourquoi il est important d'établir des relations causales, comme base des suppositions faites dans la vérification. L'annexe donne une courte discussion de quelques points à examiner dans la conception expérimentale des activités de surveillance des répercussions, avec une importance accordée aux systèmes biologiques.

4.6 Présentation des données scientifiques dans la documentation environnementale

La documentation environnementale constitue le registre des méthodes et des résultats d'évaluation et représente donc une base indispensable de surveillance et de vérification. Il faut, par conséquent, tenir à jour une documentation et des registres complets sur tous les aspects de l'évaluation des impacts environnementaux (EIE) afin de faciliter la vérification et d'assurer ainsi une approche uniforme entre l'EIE et la vérification. De nombreuses améliorations peuvent être apportées pour rendre les rapports d'évaluation des impacts environnementaux plus faciles à lire, à interpréter et à analyser. La discussion sur la formulation des prévisions d'impacts a déjà indiqué comment certaines améliorations apportées au style de formulation des prévisions faciliteront l'analyse des rapports.

Ces rapports sont également lus par des hommes politiques responsables de la prise de décisions et un public non expert. Il faut donc adopter une présentation plus ouverte et directe qui réponde à la fois aux exigences d'un rapport scientifique et à celles des lecteurs non associés au domaine technique.

Les rapports d'évaluation des impacts environnementaux sont souvent divisés en deux volumes ou plus. Le premier comprend généralement un compte rendu des impacts environnementaux probables et est écrit pour des lecteurs non experts. Les autres volumes contiennent des données techniques et des comptes rendus des techniques prévisionnelles utilisées pour l'évaluation. Le rapport préparé par Environmental Resources Ltd. [12] pour un projet de mine de charbon profonde, dans le centre de l'Angleterre, est un bon exemple de ce type de rapport. Il présente un résumé non technique des résultats de l'étude en un seul volume, et les évaluations techniques sont présentées dans une série de rapports séparés.

Un résumé non technique pourrait comprendre les informations suivantes :

- une description du projet, notamment une analyse du site, ses exigences en matière d'utilisation des sols au cours de la construction et de l'exploitation, une description des principaux procédés de production et une évaluation des résidus et des émissions prévus;
- un aperçu, le cas échéant, des principales options;
- une description des éléments environnementaux qui pourraient être touchés;
- une description des répercussions importantes prévues et les méthodes prévisionnelles utilisées au cours d'évaluations;
- une description des mesures envisagées pour compenser toutes les répercussions négatives importantes qu'il pourrait y avoir;
- une description des activités de surveillance appropriées.

Une information technique détaillée comme les données climatologiques et atmosphériques justificatives utilisées dans les évaluations de la pollution atmosphérique,

y compris l'analyse reliée aux évaluations, se trouve dans les annexes techniques.

Dans la pratique courante, l'évaluation des impacts environnementaux exige que des rapports environnementaux soient produits dans un très court laps de temps, au cours du cycle du projet. Les projets sont des entités dynamiques caractérisées par des révisions des méthodes de conception et de construction. Les systèmes environnementaux sont également dynamiques et ils sont souvent capables de subir des variations considérables au cours de la conception d'un projet donné.

Les rapports qui reflètent la situation à un moment donné ont donc une valeur limitée pour les gestionnaires de projets qui doivent modifier les prévisions d'impacts environnementaux à mesure que des changements sont apportés à la conception du projet. Il serait plus utile d'avoir un document dont la nature et le contenu s'adaptent aux changements, document pouvant être révisé et mis à jour à mesure qu'on reçoit de nouvelles informations. Cette modification éliminerait ce que l'on perçoit souvent, à tort, comme un document servant uniquement à des fins d'autorisation du projet. Le document pourrait par ailleurs devenir un document de travail reliant les répercussions prévues aux pratiques de gestion et établissant les responsabilités et les procédés utilisés pour les atténuer.

Section 5

Vérification

5.1 Introduction

La section précédente traitait des conditions préalables nécessaires pour entreprendre une vérification. La présente section propose une méthode de planification et d'application de la vérification.

L'évaluation des impacts environnementaux est inévitablement un procédé idiosyncratique qui rend difficile l'élaboration d'une méthode de vérification appropriée. Toutefois, il vaut la peine de chercher à canaliser et consolider les stratégies actuelles dans un cadre de référence suffisamment souple pour incorporer diverses caractéristiques du projet et faciliter divers arrangements administratifs et institutionnels, en vue de la planification et de la gestion de l'environnement.

L'approche décrite dans la présente section comprend deux éléments essentiels : le premier incorpore les décisions liées à la portée des vérifications et au choix du projet et il identifie les besoins en ressources lorsqu'il n'y a pas de conditions préalables; le deuxième porte sur l'identification des besoins en données et leur collecte, leur analyse et leur interprétation.

Le résultat visé par cette série d'actions est l'établissement des causes possibles des variations entre les répercussions réelles et prévues d'un projet, de façon à acquérir une expérience pouvant être appliquée aux évaluations futures et aux améliorations apportées à la performance scientifique et technique de l'évaluation des impacts environnementaux.

5.2 Sélection de projets

Les critères utilisés pour savoir si un projet se prête à la vérification ont déjà été examinés. Cependant, dans certains cas, une vérification peut être nécessaire lorsque les conditions permettant la vérification n'ont pas été incluses dans le processus d'évaluation. Cette question peut être abordée par les critères suivants. Une étude des prévisions d'impacts des projets hydroélectriques suggère ce qui suit :

i) le projet doit être terminé et en opération;

ii) il doit y avoir une certaine forme d'évaluation des impacts environnementaux (lorsque «l'évaluation des impacts» est utilisée dans son sens le plus large et comprend tous les types d'évaluations faites pour tous les projets indépendamment de leur taille).

La recherche faite à l'université d'Aberdeen au Royaume-Uni suggère des critères plus précis :

i) suffisamment de temps doit s'écouler entre la préparation de l'EIE et le début de la vérification afin d'assurer qu'il y a réellement eu des répercussions;

ii) les prévisions d'impacts environnementaux doivent avoir été faites;

iii) il doit exister des modes de surveillance permettant la comparaison des impacts environnementaux réels et prévus [9].

5.3 Établissement de l'importance des activités

5.3.1 Besoin de concentration

Comme dans tout processus, le besoin de concentrer les activités en un certain nombre d'éléments clés ou prioritaires sert non

seulement à rationaliser le processus, mais également à assurer l'utilisation optimale des ressources. Évidemment, dans le cas de la vérification, il y a certains éléments du projet qui ne se prêtent pas à la vérification ou pour lesquels la vérification n'aurait aucune valeur. De fait, dans bien des projets, certaines activités ne se prêtent aucunement à la vérification ou n'en valent pas la peine.

5.3.2 Critères de vérification

On propose les critères suivants pour l'élaboration d'un processus systématique visant à établir les répercussions qui doivent être retenues pour la vérification [9].

i) Quelles sont la qualité et la quantité des informations déjà recueillies sur les impacts environnementaux prévus?

ii) Quelle est l'importance des impacts environnementaux prévus?

iii) Quelle est la possibilité de surveiller et d'évaluer la précision des prévisions?

iv) Quelle est la valeur de l'information ainsi obtenue, en comparaison avec les coûts d'une vérification?

Le principal élément de la phase de planification, à savoir l'identification des objectifs de la vérification, se rattache à cette activité. La plupart des études de cas examinées établissaient de façon explicite les objectifs de l'étude, et ce, dès le début, ce qui sert non seulement à assurer une structure et une direction à l'étude, mais à mettre en place un cadre dans lequel on peut évaluer le succès de l'étude.

5.4 Établissement des ressources nécessaires

L'établissement de la portée et des objectifs de l'étude permet également de préciser les besoins nécessaires en matière de ressources. Il faut tenir compte d'un certain nombre de facteurs :

i) le mandat législatif et les règlements régissant l'organisme, ou les exigences du promoteur en matière de gestion interne;

ii) les conséquences que l'absence de vérification pourrait avoir sur l'environnement;

iii) les conséquences que l'absence de vérification pourrait avoir sur les projets futurs;

iv) l'aptitude du personnel à faire du travail rentable;

v) la valeur justificative et éducative possible du cas.

Deux points fondamentaux ressortent de l'étude des efforts nécessaires : la compétence et le financement.

En ce qui a trait aux points susmentionnés, il faut se poser un certain nombre de questions :

i) Quelles compétences sont nécessaires en ce qui a trait à la discipline et à la connaissance des techniques et des systèmes d'opération, de gestion et d'équipement collectif?

ii) Quelles responsabilités seront assignées?

iii) Quel cadre de gestion faudra-t-il adopter? Comment l'équipe d'étude sera-t-elle organisée et gérée? Quelles lignes de communication seront établies?

Les limites budgétaires auront une nette influence sur la portée et les objectifs de l'étude ainsi que sur les besoins en ressources temporelles et humaines se répercutant également sur les limites budgétaires. Il y a très peu de directives quant aux clauses à formuler. Les tentatives d'affectation, en termes généraux, d'un pourcentage du budget global d'un projet à la planification et à la gestion environnementales sont généralement

réduites à néant lorsque vient le temps de définir des activités données. En général, l'établissement du budget ne s'applique qu'à la mise en oeuvre quotidienne de la vérification.

Deux derniers points sont importants lorsqu'il s'agit de la planification d'une vérification. Premièrement, il faut faire attention à la forme de liaison avec les autres organismes comme les organismes fédéraux et provinciaux, les promoteurs du projet et le public, et à la façon dont elle est établie. Deuxièmement, il faut tenir compte des processus de compte rendu appropriés pour assurer que les résultats de la vérification sont sujets à un contrôle interne et portés à l'attention des parties qui ont participé au projet initial. Les mécanismes de diffusion des résultats sont vitaux si nous voulons que les vérifications atteignent leur objectif, à savoir l'apprentissage par l'expérience.

5.5 Identification des prévisions

La méthode de vérification comprend trois éléments fondamentaux :

i) l'identification des prévisons à vérifier;

ii) la collecte des données afférentes aux prévisions;

iii) l'analyse des causes de l'écart entre les résultats prévus et les résultats réels.

Avant de pouvoir déterminer les prévisions, il est important de bien comprendre en quoi consiste une prévision. Par exemple, la recherche faite à Aberdeen a indiqué que de nombreux énoncés prévisionnels contenus dans la documentation du projet concernent des caractéristiques de la proposition du projet, comme les niveaux de bruit prévus pour une usine. Bien que ce genre d'énoncé soit du type prévisionnel, il ne décrit pas de **changement** environnemental. Par conséquent, on a conclu que seuls les énoncés relatifs aux mesures ambiantes ou aux répercussions de polluants plutôt qu'à des concentrations d'émissions devaient être considérés comme des prévisions d'impacts environnementaux. On propose donc la définition qui suit :

«Énoncé concernant un ou des changements anticipés au niveau d'un ou de plusieurs paramètres environnementaux à la suite d'une action ou d'une série d'actions données» (ainsi que les énoncés ne prévoyant aucun changement)[9].

Voici quelques exemples de prévision d'impacts : «les zones les plus susceptibles d'être touchées par des concentrations élevées de SO_2 se trouvent dans un rayon de quatre milles de la source», ou des changements microclimatiques causés par un projet hydroélectrique : «...entraînent des modifications au niveau de l'abondance d'espèces distinctes et par conséquent de la structure des communautés de plantes près de la marge du réservoir» [9].

Il y a deux autres facteurs dont il faut tenir compte. Premièrement, de nombreux rapports d'évaluation des impacts environnementaux contiennent des énoncés relatifs aux impacts environnementaux que pourrait avoir l'application de mesures d'atténuation. Par exemple, une étude que nous avons examinée précisait que «si la plage est sujette à une contamination continuelle (par les hydrocarbures), le procédé utilisé (épandage de dispersants) devrait être différé jusqu'à ce que les fuites d'hydrocarbures soient stoppées, étant donné que l'utilisation répétée de dispersants peut avoir des effets dommageables sur les communautés biologiques»[9]. Il est clair que, si l'on empêche le déversement d'hydrocarbures, la répercussion prévue du déversement n'aura pas lieu. L'analyse de cette catégorie de prévision se concentre sur deux domaines : la précision de la prévision et l'efficacité des mesures d'atténuation. Ces aspects de la prévision feront l'objet d'une discussion ultérieure. La décision de savoir s'il faut inclure ces prévisions dans le champ d'action de la vérification se prend au cours de la phase de planification de la vérification.

Le second facteur dont il faut tenir compte dans les prévisions d'impacts environnementaux porte sur l'interprétation des «prévisions implicites». Les «prévisions implicites» sont des énoncés qui décrivent les répercussions environnementales de projets semblables dans des sites comparables. Toutefois, ce genre de prévision ne prévoit pas les conséquences d'un projet proposé particulier. Par conséquent, la valeur d'une «prévision implicite» en vérification est limitée puisqu'elle se rapporte rarement au projet qui fait l'objet du rapport d'évaluation des impacts environnementaux.

Dans certains cas, lorsque le nombre de prévisions est élevé et que leur nature varie, il serait probablement utile de les classer selon certains critères. Le fait de catégoriser les prévisions de même nature faciliterait leur analyse et augmenterait la résolution de l'étude. L'étude menée à Aberdeen, par exemple, nous a permis de faire deux catégories qui classifiaient les prévisions par «type de sujet» et par «probabilité». Les prévisions par type de sujet comprenaient celles portant sur les changements au niveau de la végétation, la qualité de l'air, etc. Celles par probabilité nous ont permis de vérifier si les énoncés contenant des expressions de forte probabilité étaient plus précis que ceux prévoyant une moins grande fréquence possible.

Les classifications de prévisions sont arbitraires. Si le personnel responsable de la vérification désire se pencher sur des prévisions relatives aux changements écologiques, les énoncés peuvent alors être classés en conséquence. Dans son étude du contenu et de la précision d'un certain nombre d'énoncés d'impacts environnementaux des États-Unis, Culhane [13] a conçu un système de classification fondé sur le degré auquel les prévisions se rapportaient à «une prévision modèle idéale». Ce système comprenait quatre éléments clés : la quantification, les limites des mesures, la signification et la certitude. Les critères adoptés sont décrits au tableau 3.

Les questions suivantes se rapportent à l'identification des prévisions qui se prêtent à une vérification [13] :

i) **La comparaison quantitative est-elle possible?**
La prévision est-elle exprimée systématiquement, par exemple, en termes ou unités de mesure qui permettent la comparaison?

ii) **Les tests statistiques sont-ils applicables?**
La prévision est-elle exprimée en termes falsifiables?

iii) **Y a-t-il suffisamment d'information, de forme appropriée, pour vérifier les prévisions?**
Par exemple, les données doivent être appropriées au contexte de la prévision; ainsi, si une prévision est exprimée en certains termes, c'est-à-dire des unités de mesure à un moment donné, il faut alors disposer des données de surveillance pour les mêmes paramètres. Les mesures de bruit, le jour, à certains endroits le long de la route, ont peu de valeur pour la vérification de prévisions exprimées pour des zones résidentielles, la nuit.

Dans certains cas, il peut cependant être impossible de vérifier les prévisions. Les raisons suivantes peuvent s'appliquer :

i) modification du projet (ne s'applique plus);

ii) énoncé trop vague;

iii) aucune donnée;

iv) prévision trop banale (résultat évident);

v) données extrêmement variables ou peu fiables.

Une grande difficulté de la vérification consiste à surmonter le problème du manque de données. On pourrait être tenté, lorsque

Tableau 3 **Caractéristiques des prévisions se rapportant étroitement au modèle d'une prévision idéale d'impact environnemental[13]**

Quantification des prévisions
Quantifié : Chronologie
Valeurs postprojet à nombre simple
Valeurs postprojet, indicateurs multiples
Prévisions de l'éventail des valeurs
Pourcentages en ce qui a trait à la classification nominale
Prévision «aucun impact»
Prévision verbale non quantifiée
Unités de mesures, par catégorie
Unités de mesures physiographiques
Unités de mesures biologiques
Unités de mesures de catégorie mixte
Unités de mesures économiques
Unités de mesure sociales
Mesures d'atténuation
Aucune unité de mesure, autrement qu'un nouvel énoncé d'impacts
Importance de l'impact prévu
«Élevée» (ou synonyme, énoncé clairement)
«Moyenne» (ou synonyme, énoncé clairement)
«Insignifiante» (ou synonyme, énoncé clairement)
Quantifiée, sans énoncé explicite de l'importance
Énoncé d'importance vague/ambiguë
Aucun énoncé explicite de l'importance
Certitude de l'énoncé des impacts environnementaux au sujet de l'impact prévu
Probabilité quantifiée
Certitude de garantie par la situation
Impact dépendant des mesures d'intervention
Probabilité sous-entendue par les mots clés «sera», «ne sera pas», etc.
Possibilité sous-entendue par les mots clés «peut», «pourrait», «pourrait ne pas», etc.

survient ce problème, de concentrer la vérification sur des questions pour lesquelles un plus grand nombre de données est disponible. Une telle tendance peut cependant sérieusement compromettre la validité de la vérification. Le manque ou l'absence de données ne devrait pas exclure une étude difficile. Ceci est particulièrement vrai pour les questions qui ont une influence importante sur la décision qui s'ensuivra.

5.6 Collecte des données

Il existe divers mécanismes pour la collecte des données, le plus évident étant probablement le dépouillement de la documentation. Voici certaines sources de documentation adéquates :

- les études de conception et de faisabilité;
- les plans de développement;
- les rapports d'examens préalables des spécifications techniques et de projet;
- les exercices d'établissement de l'importance des impacts;
- les rapports d'évaluation des impacts environnementaux ou une documentation semblable;
- les documents et les comptes rendus de surveillance;
- les comptes rendus d'opération et de la conformité;
- les plans et les procédures de gestion.

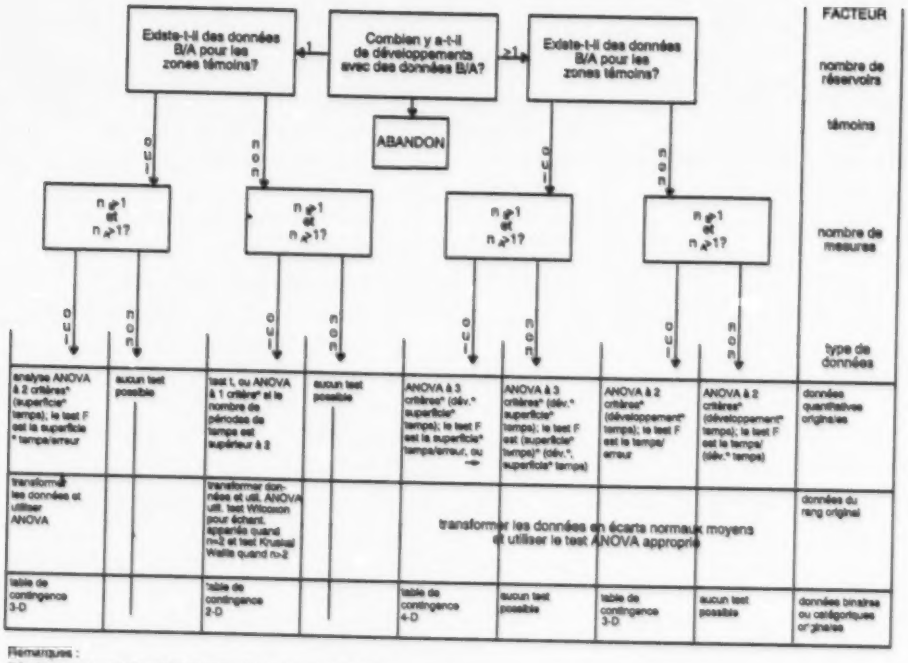
De plus, les études commandées spécialement peuvent fournir des informations utiles et compléter les sources de données existantes. Les enquêtes et les questionnaires constituent d'autres mécanismes de collecte des données. Cependant, dans le choix d'une méthode appropriée ou d'une combinaison de méthodes de collecte des données, il faut connaître les inconvénients possibles de certaines techniques comme l'influence de l'intervieweur ou l'expression de certaines questions inhérentes aux techniques de formulation des questionnaires. Le choix de la méthode utilisée sera généralement fonction de l'information demandée, mais les praticiens doivent également reconnaître la forme exigée pour les données.

Dans la mesure du possible, la méthode de collecte doit être conforme à celle utilisée pour la collecte des données avant les prévisions. Ce point a déjà été mentionné, mais il est utile de le répéter. Par exemple, la qualité de l'eau devrait être établie à l'aide de techniques d'échantillonnage, de mesures et d'analyses conformes à celles adoptées au cours des études de base.

5.7 Analyse

L'analyse a pour objet d'établir à quel point les prévisions vérifiées sont justifiées ou réfutées en fonction des données fournies par les programmes de surveillance des répercussions. Pour l'analyse des ensembles de données numériques, les méthodes statistiques acceptables seront probablement appropriées, comme le test de Student, le test ANOVA, les tests χ^2. Un tableau de décisions a été élaboré pour aider au choix de techniques analytiques appropriées pour la comparaison de données d'avant-projet et postprojet (figure 3). Cependant, cette figure s'applique seulement à la vérification de prévisions exprimées de façon quantitative. Les autres prévisions exprimées de façon qualitative exigeront évidemment d'autres méthodes d'analyse et d'interprétation.

La figure 4 décrit graphiquement l'acheminement de l'examen des causes probables de l'écart entre les observations empiriques des répercussions d'un projet et les impacts environnementaux prévus. La ligne 1 représente la comparaison des répercussions réelles et prévues comme ayant deux résultats; ou bien les répercussions prévues sont vérifiées par des données empiriques ou bien elles ne le sont pas. Là où les prévisions sont vérifiées, on peut essayer



Remarques :
Développement = plusieurs réservoirs ou série de barrages de rivière
* Lorsque n_B ou n_A est supérieur à 1 et couvre plusieurs années, chaque année doit former un niveau différent de répercussion temporelle.
Abréviations utilisées : B/A = avant/après; n_B = nombre d'observations avant; n_A = nombre d'observations après

Figure 3 Diagramme utilisé pour déterminer le test statistique approprié

d'établir une mesure de la «limite» de la vérification, c'est-à-dire, la qualité de l'ajustement ou la précision de la prévision. Il peut aussi être possible de convertir cette mesure à un seuil en dessous duquel des prévisions ne sont pas jugées vérifiables par des données empiriques.

La ligne 2 suggère cinq raisons possibles pour la prévision d'impacts environnementaux qui ne sont pas vérifiés par des observations empiriques. De petites différences entre les données fondées sur des prévisions et des observations empiriques peuvent être le résultat de mesures fausses au cours des activités de surveillance, ou d'erreurs dans l'interprétation ou la prévision de données. De grandes différences peuvent aussi être le résultat des faits suivants :

- un manque de continuité dans le personnel ou à l'intérieur du processus d'évaluation des impacts environnementaux;
- un changement ou une modification apporté au projet ou à la conception d'un programme de surveillance;
- un événement inattendu ou imprévu.

Si une situation inattendue ou imprévue survient, la ligne 3 suggère trois raisons à cet égard :

- une omission, sans doute reliée à un manque d'expérience ou à de faibles capacités;
- une lacune scientifique - pendant la conception des programmes de surveillance;
- un événement surprise ou imprévisible.

Ce dernier résultat peut être utilisé dans le but de fournir une indication de la confiance avec laquelle on peut faire les prévisions, en se servant des techniques adoptées à la prévision faisant l'objet d'un examen.

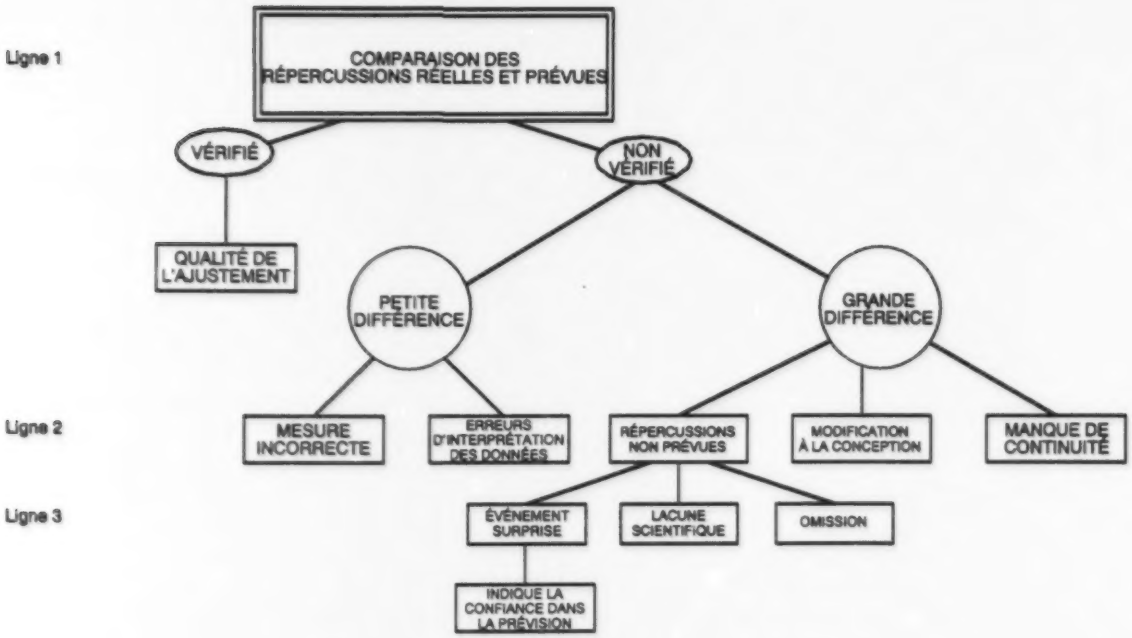


Figure 4 Diagramme permettant d'examiner les raisons de l'écart entre les répercussions prévues et les répercussions réelles

Dans les cas où les impacts environnementaux ont été atténués, deux premières raisons peuvent être suggérées pour expliquer l'écart entre les mesures et les prévisions empiriques, notamment :

- une atténuation inefficace;
- une atténuation mal choisie.

Dans le premier cas, une atténuation inefficace est probablement le résultat de pratiques médiocres de gestion. Dans le deuxième cas, une atténuation mal choisie peut être le résultat d'une mauvaise conception d'atténuation, qui pourrait résulter de mauvais renseignements, d'une fausse interprétation, de capacités faibles ou d'une prévision inexacte. Là où ce résultat est des plus probables, les cinq facteurs suggérés à la ligne 2 de la figure 4 peuvent être retenus. La figure 4 ne prétend pas fournir un processus d'analyse des prévisions d'impacts environnementaux. Plutôt, elle suggère, sous forme d'organigramme, un nombre de résultats possibles pouvant aider à expliquer l'écart possible entre les répercussions observées pour un projet et les répercussions prévues pendant l'évaluation des impacts environnementaux. Évidemment, il est peu probable qu'une des raisons suggérées exclue les autres et on ne doit pas penser à la substituer à une analyse plus détaillée et rigoureuse des répercussions environnementales d'un projet.

5.8 Compte rendu des résultats de la vérification environnementale

Pour communiquer les résultats d'une vérification environnementale et permettre ainsi l'apprentissage par l'expérience, il faut porter une attention particulière au processus de compte rendu. Il faut principalement tenir

compte des destinataires auxquels s'adresse le compte rendu. Il y a trois groupes de lecteurs possibles : les organismes de réglementation qui peuvent utiliser les résultats des vérifications pour améliorer les normes et les règlements; les promoteurs de projets qui peuvent vouloir apporter des améliorations à la conception et à l'exécution des projets; et les praticiens d'évaluation des impacts environnementaux qui profiteront généralement d'une meilleure compréhension des capacités prévisionnelles des diverses méthodes et techniques utilisées en planification et gestion environnementales. Dans certains cas, les vérifications peuvent être utilisées pour identifier et appliquer des mesures correctrices lorsque des projets de développement entrepris enfreignent certaines conditions ou certaines normes.

Bien que chaque vérification ait ses propres exigences en matière de préparation, de présentation et de contenu du rapport, il faut observer certaines lignes directrices générales :

i) Comme dans tous les documents environnementaux, le rapport doit être clair et concis, significatif et cohérent et, par-dessus tout, lisible.

ii) Il faut éviter le plus possible les descriptions verbeuses. Les résultats quantitatifs doivent être exprimés sous forme de tableau ou de graphique.

iii) Toutes les hypothèses et tous les détails techniques doivent être explicites.

iv) En général, le rapport doit rendre explicite :

- les objectifs de la vérification;
- la méthode d'établissement de la portée des impacts et sa justification;
- les méthodes et la justification de l'identification des prévisions;
- la description des exigences en matière de données;
- la description des données recueillies;
- les résultats de l'analyse;
- un résumé non technique comprenant les conclusions et les recommandations.

De plus, les techniques analytiques doivent être indiquées dans les références. Une description des insuffisances de données et des problèmes observés au cours de la vérification serait également utile.

Le choix des mécanismes de diffusion des résultats de la vérification, de façon à ce que l'information profite à tous ceux qui s'occupent d'évaluation des impacts environnementaux, est un point important. La publication des résultats de la vérification encourage clairement d'autres particuliers engagés dans le processus d'EIE de revoir la vérification et d'offrir leur critique. Ce type de retour d'information entraîne un processus de vérification plus efficace et encore plus à point. En même temps, la publication de ces résultats permet à bon nombre d'autres d'acquérir une meilleure compréhension et appréciation de questions telles que les capacités prévisionnelles de certaines méthodes et techniques utilisées dans l'EIE. Un processus qui permet d'obtenir une liste judicieuse de techniques convenant à des projets choisis dans un milieu donné permet de simplifier et de rationaliser le processus de gestion environnementale et d'évaluation du projet.

Les organismes tels qu'Environnement Canada, le ministère des Transports et le Bureau fédéral d'examen des évaluations environnementales pourraient jouer un rôle prépondérant en décrétant un processus formel d'application et d'examen des vérifications par le recours à des dispositions pour la communication des résultats. Le système actuel comprend déjà un mécanisme efficace et simple pour la publication de lignes directrices, de résultats des groupes d'étude et d'autres documents pertinents.

L'élargissement de ces activités, de façon à inclure les activités de surveillance et de vérification environnementales, semblerait devoir être la prochaine priorité.

Section 6

Recommandations

6.1 Politique de surveillance et de vérification

La surveillance et la vérification environnementales dans le but d'améliorer la compréhension scientifique et la méthode d'évaluation devraient être encouragées et appuyées dans l'application du Processus fédéral d'évaluation et d'examen en matière d'environnement (PEEE).

Un investissement dans l'analyse postprojet, grâce à des activités de surveillance et de vérification efficaces, fournira d'importants dividendes pour la pratique, les méthodes et le processus d'EIE. Ces activités permettront de réduire la publication d'information et d'analyses inutiles, comme c'est le cas actuellement parce qu'il n'y a aucun effort systématique pour essayer de tirer des leçons à partir de l'expérience acquise par les autres ou de transmettre l'information pertinente pour utilisation commune. En tant qu'outils de recherche pour améliorer la capacité technique, la surveillance et la vérification doivent être appliquées de façon discriminatoire et rentable, conformément aux objectifs de fond et de procédures du PEEE.

6.2 Sélection de projets

Il faudrait rédiger l'ébauche d'un protocole traitant les projets comme des expériences de recherche et comprenant une stratégie de surveillance et de vérification avec des objectifs scientifiques et méthodologiques.

En général, les projets de grande envergure qui doivent être soumis à une évaluation environnementale initiale et/ou à l'examen d'un groupe d'études se prêtent bien à ce genre d'expérience de recherche. Par définition, les projets de grande envergure sont caractérisés par des incertitudes qui ne peuvent être solutionnées à la suite d'une évaluation initiale. Les avantages que comporte l'intégration d'une approche de recherche expérimentale au processus d'évaluation et d'examen sont considérables. Les critères précis visant à diriger la surveillance et la vérification doivent être établis au cours du processus d'établissement de la portée des impacts. La stratégie générale fera alors partie du cadre méthodologique du PEEE.

6.3 Projets de démonstration

Il est recommandé qu'Environnement Canada et Transports Canada, conjointement avec le Bureau fédéral d'examen des évaluations environnementales, entreprennent une série de projets de démonstration pour vérifier l'utilité du processus de surveillance et de vérification décrit dans le présent rapport.

Ce rapport représente l'aboutissement d'une phase initiale de recherche et d'analyse en matière de surveillance et de vérification environnementales, qui a commencé avec les travaux de recherche demandés pour la Conférence de Banff. Au cours de la prochaine phase d'analyse, il est important de soumettre les lignes directrices à un test pratique en les appliquant à des projets de «démonstration» permanents. Cette forme d'expérimentation est essentielle pour vérifier le bien-fondé de la stratégie proposée en matière de surveillance et de vérification. L'expérimentation est également importante pour parachever les procédés et les méthodes établis et pour officialiser le processus

d'enseignement à partir de l'expérience à l'intérieur du PEEE fédéral.

Les types d'activités et de projets suivants pourraient servir de projets de démonstration :

- **les classes d'activités**, comme les programmes d'agriculture (irrigation, ajustement du pH) dans les Prairies, qui sont actuellement sujettes à l'évaluation initiale, mais qui possèdent un potentiel **d'impacts environnementaux cumulatifs**;

- **les projets d'envergure moyenne** qui comprennent les installations nécessaires au niveau régional, mais indésirables au niveau local, comme les sites d'élimination des dechets dangereux et les usines de pâtes et papiers qui sont au centre des préoccupations du public;

- **les projets de grande envergure** qui sont soumis à un examen indépendant de groupes d'études.

En général, tous les projets sujets à un examen public devraient être considérés pertinents pour la recherche et la gestion expérimentales et donc se prêter à l'application des lignes directrices en matière de surveillance et de vérification recommandées dans le présent rapport. Les activités qui font partie des «classes d'activités» et des «projets d'envergure moyenne» seront destinées à la vérification de façon plus sélective, c.-à-d. que la vérification sera basée sur les avantages que présentent ces catégories pour l'amélioration de la compréhension scientifique des impacts environnementaux et de la méthodologie en matière d'évaluation.

6.4 Surveillance et vérification des impacts sociaux

Les lignes directrices présentées dans ce rapport ont été préparées en fonction d'une recherche commandée dans un but spécial et portant principalement sur les environnements physiques et naturels. Il sera important, dans une phase ultérieure de l'étude, de revoir ces lignes directrices relativement à leurs conséquences en ce qui a trait à la surveillance et à la vérification des impacts sociaux des projets de développement.

La pratique de l'évaluation des impacts sociaux comporte un certain nombre d'hypothèses et d'approches différentes de celles généralement définies dans l'évaluation des impacts environnementaux. Il sera donc utile de considérer la façon dont les lignes directrices actuelles doivent être réorganisées de façon à tenir compte des pratiques d'évaluation sociale. Bien que la surveillance des impacts sociaux ait été le centre d'intérêt d'une recherche récente, il y a eu peu de progrès dans le domaine de la surveillance et de la vérification de ces impacts et des méthodes d'évaluation.

Références

1 BFEE. «Assemblée nationale consultative concernant la réforme de l'évaluation environnementale fédérale : rapport des travaux», ministère des Approvisionnements et Services, Ottawa, 1988.

2 SADLER, B. (éd.). «Audit and Evaluation in Environmental Assessment and Management: Canadian and International Experience», 2 volumes, *Compte rendu de la conférence sur la vérification/le suivi des résultats de l'EIE*, ministère des Approvisionnements et Services, Ottawa, 1987.

3 Commission économique pour l'Europe. «Post-project Analysis in Environmental Impact Assessment», Environmental Series 3, Nations Unies, New York, 1990.

4 KRAWETZ, N.M., MacDONALD, W.R. et P. NICHOLLS. «A Framework for Effective Monitoring», Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale, Ottawa, 1987.

5 SADLER, B. «The Evaluation of Assessment - Post-EIS Research and Process Development», *Environmental Impact Assessment, Theory and Practice.* Wathern, P. (éd.), Unwin Hyman, Londres, 1988.

6 EVERITT, R.R., BIRDSALL, D.A. et D. STONE. «The Beaufort Environmental Monitoring Program», *Approches intégrées à la planification et à la gestion des ressources*, R. Long, éd., University of Calgary Press, 1986.

7 MUNRO, D.A. *et al.* «Learning from Experience: A State-of-the-Art Review and Evaluation of Environmental Impact Assessment Audits», Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale, Ottawa, 1986.

8 SONNTAG, N.C. «Predicting Environmental Impacts of Hydroelectric Developments in Canada», rapport non publié préparé pour Environnement Canada, 1985.

9 CLARK, B., BISSET, R. et P. TOMLINSON. «Post Development Audits to Test the Effectiveness of Environmental Impact Prediction Methods and Techniques», rapport présenté au Natural Environmental Research Council, PADC, EIA and Planning Unit, University of Aberdeen, Écosse, 1983.

10 SHAEFFER, D.L. «Model Evaluation Methodology Applicable to Environmental Assessment Models», OCRNL-5507, Oak Ridge National Laboratory, Tennessee, U.S.A., 1979.

11 HECKY, R.E. *et al.* «Environmental Impact Prediction and Assessment: the Southern Indian Lake Experience», *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 41*:720-732, 1984.

12 Environmental Resources Ltd., South Warwickshire Prospect, «Environmental Impact Assessment», The Report Prepared for British Coal, ERL London, 1987.

13 CULHANE, P.J. «Decision Making by Voluminous Speculation: The Contents and Accuracy of U.S. Environmental Impact Statements», *Audit and Evaluation in Environmental Assessment and Management: Canadian and International Experience: Volume II*, Ottawa, ministère des Approvisionnements et Services, 1985.

Bibliographie

AMIK Resources Group. «The Effectiveness of the Environmental Assessment and Review Process as Applied to Water Course Crossings on the Sarnia-Montreal Pipeline», rapport non publié préparé pour Environnement Canada et Pipeline Interprovincial limitée, 1985.

BERNARD, D.J. et V.G. BARTNIK. «Tsawwassen Indian Reserve Flood Control Works: Post-project Analysis», rapport non publié préparé pour Environnement Canada, Eaux intérieures et Terres, région du Pacifique et du Yukon, Vancouver, C.-B., 1987.

BFEEE. «Guide pour l'évaluation environnementale», Bureau fédéral d'examen des évaluations environnementales, Ottawa, Canada, 1986.

BISSET, R. «Post Development Audits to Investigate the Accuracy of Environmental Impact Predictions», *Zeitschrift fur Umweltpolitik, 4*:463-484, 1984.

BISSET, R. «Problems and Issues in the Implementation of EIA Audits», *EIA Review, 1(4)*:379-396, 1980.

British Petroleum, Petroleum Development Ltd. «Guidelines for Environmental Auditing of BPPD (UK Operations) Facilities», document interne, Aberdeen, Écosse, 1986.

CULHANE, P.J., FRIESEMA, H.P. et J.A. BEECHER. «Forecasts and Environmental Decision Making: the Contents and Accuracy of Environmental Impact Statements», rapport préparé pour la National Science Foundation, Westview Press: Boulder, Colorado, États-Unis.

DAVIES, M.H. «The Role of Auditing and Monitoring», rapport présenté au 8e Colloque international sur l'évaluation des impacts environnementaux, 12-25 juillet 1987, Aberdeen, Écosse, 1987.

Envirocon Ltd. «Environmental Management of the Alaska Highway Gas Pipeline Pre-build - A Hindsight Analysis», rapport non publié préparé pour Environnement Canada, Ottawa, 1985.

EVERITT, R.R. et N.C. SONNTAG. «Follow Up Study on Environmental Assessments for Selected Frontier Oil and Gas Projects», rapport non publié préparé pour Environnement Canada, Ottawa, 1985.

GAREIS-GRAHMANN, J. «ECE Task Force on Post Project Analysis», rapport préparé par la République fédérale d'Allemagne. Étude de cas : Extraction d'eau souterraine dans le Lunburger Heide, RFA. Présenté à la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe : Groupe de travail sur l'analyse postprojet, septembre 1987, Varsovie, Pologne.

GREEN, R.H. «Sampling Design and Statistical Methods for Environmental Biologists», Chichester: John Wiley, 1979.

HYMAN, E. «The Monitoring and Evaluation of Social Forestry Projects», rapport présenté à l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 1982.

LADD, G.J. *et al.* «Environmental Auditing: Fundamentals and Techniques», J. Wiley and Sons, New York, 1985.

McCALLUM, D.R. «Environmental Follow-up to Federal Projects», rapport non publié préparé pour Environnement Canada, Ottawa, 1984.

McCALLUM, D.R. «Planned Follow Up: A Basis for Acting on EIAs», rapport présenté lors de la Conférence annuelle de l'International Association for Impact Assessment, Utrecht, Pays-Bas, 27-28 juin 1985.

MARCUS, L.G. «A Methodology for Post-EIS (Environmental Impact Statement) Monitoring», *Geological Survey Circular 782*, U.S. Department of the Interior, Washington, D.C., 1979.

REED, J.W. «Environmental Auditing in the Canadian Private Sector», rapport non publié préparé pour Environnement Canada, Ottawa, 1984.

Renewable Resources Consulting Services Ltd. «An Analysis of Vegetation, Aquatic Resource and Wildlife Issues for Three Northern Pipeline Projects Reviewed by EARP», rapport non publié préparé pour Environnement Canada, Ottawa, 1985.

ROSS, W.A. et G.D. TRENCH. «CP Rail Rogers Pass Development: A Post-Project Analysis», rapport non publié préparé pour Environnement Canada, Ottawa, 1987.

RUGGLES, C.P. «Follow Up Studies at the Wreck Cove Hydroelectric Development, Nova Scotia», rapport non publié préparé pour Environnement Canada, Ottawa, 1985.

SKALSKI, J.R. et D.H. McKENZIE. «A design for Aquatic Monitoring Programs», *J. Env. Management, 14*:237-251, 1982.

SPENCER, R.B. «Follow Up Environmental Studies of Shakwak Highway Improvement Project», rapport non publié préparé pour Environnement Canada, Ottawa, 1985.

TOMLINSON, P. et R. BISSET. «Environmental Impact Assessment, Monitoring and Post-Development Audits», *Environmental Impact Assessment*, PADC (éd.), Martinus Mijhoff, La Haye, p. 405-425, 1983.

TOMLINSON, P. (éd.). «Audits in Environmental Assessment», numéro spécial, *Environmental Monitoring and Assessment, 8(3)*:183-267, 1987.

Union Gas Ltd., McLaren Plansearch Inc., Ecological Services for Planning Ltd. «An Environmental Performance Audit of Selected Pipeline Projects in Southern Ontario», rapport non publié préparé pour Environnement Canada, 1985.

UNECE Group of Experts on EIA. «Post-Project Analysis in Environmental Impact Assessment», *Env/GE.1/R.2.*, note du Secrétariat, 1982.

WATHERN, P. (éd.). «Environmental Impact Assessment: Theory and Practice», Unwin Hyman, 1988.

VAN LEUVEN, J.K. «A Post Audit Evaluation of Methodology for Wild and Scenic River Development and Management. The Clearwater River, Idaho: A Case Study of Public Involvement Practices», Research Technical Completion Report, Idaho Water Resources Institutes, Idaho, États-Unis d'Amérique, 1980.

WEIR, R. «Auditing and Monitoring - Results of two Recent Studies», rapport présenté au 9^{e} Colloque international sur l'évaluation des impacts environnementaux, 10-23 juillet 1988, Aberdeen, Écosse, 1988.

ZALLEN, M., McDONALD, J. et P. RICHWA. «Final Report: Follow Up Review of Projected and Residual Impacts within the Coquihalla Valley, B.C.», rapport non publié préparé pour Environnement Canada.

Annexe

Considérations fondamentales pour la conception expérimentale des activités de surveillance

La détection des changements environnementaux induits par un projet de développement et la vérification des hypothèses nécessitent que les caractéristiques de base de la conception de l'échantillonnage soient appliquées à la surveillance des répercussions. Les hypothèses d'impact sont habituellement vérifiées statistiquement, d'abord en élaborant des hypothèses nulles ou falsifiables. Ces hypothèses sont ensuite vérifiées en établissant une méthodologie statistique et d'échantillonnage, y compris les niveaux de probabilité à des fins de détection (habituellement 5 %), afin de confirmer ou d'infirmer les hypothèses.

Une méthode d'échantillonnage adéquate pour mesurer les impacts environnementaux nécessite deux caractéristiques de base. Tout d'abord, il faut prélever des échantillons pareils dans la même localité. Pour chaque endroit et pour chaque moment de l'échantillonnage, il est préférable d'avoir au moins trois échantillons pareils distribués au hasard dans la même localité. Ces échantillons sont nécessaires pour déterminer les différences dans un même endroit avant de procéder à l'évaluation des différences entre les divers endroits.

Les programmes d'échantillonnages expérimentaux sont également caractérisés par des lieux de surveillance assortis par paire. Ces lieux de contrôle doivent être tous deux semblables quant à la structure et aux caractéristiques, sauf que dans le lieu de «traitement» on s'attend que le projet exerce une influence environnementale, alors que ce n'est pas le cas pour le lieu de contrôle. De cette façon, les écarts dans la région touchée ou de «traitement» peuvent être interprétés dans le cadre des observations faites dans la région de référence ou de «contrôle».

Les caractéristiques de la surveillance des impacts environnementaux ont été décrites, entre autres, par Skalski et McKenzie (1982). Bien que conçus pour le milieu aquatique, les principes du programme peuvent s'appliquer à d'autres situations de surveillance.

L'approche fondamentale de la surveillance environnementale repose sur l'établissement de lieux d'échantillonnage adéquats - tâche qui devrait être amorcée le plus tôt possible durant la phase de planification et de conception du projet. La surveillance de préconstruction sert à deux fins. Dans un premier temps, elle sert à déterminer le degré de similitude entre deux sites représentatifs situés près du projet de développement. Cela peut être déterminé en confirmant que les mêmes variables se comportent de la même façon dans les deux endroits. Dans un deuxième temps, elle fournit une description de la base de l'environnement et, de ce fait, apporte un supplément aux programmes de surveillance de base. Plus précisément, le programme de Skalski et McKenzie détermine l'abondance d'organismes choisis à chaque endroit échantillonné. L'abondance proportionnelle de ces échantillons peut être par la suite comparée aux résultats enregistrés durant la période du projet. On estime qu'il y a eu impact environnemental lorsque l'on constate «un changement important sur le plan statistique dans l'abondance proportionnelle des organismes dans les stations de contrôle et de traitement entre les périodes préopérationnelle et opérationnelle». Ce n'est pas là, bien entendu, la seule définition d'un impact.

La surveillance peut être axée sur la détection des changements dans les paramètres environnementaux ou sur la détection d'une étendue de changement précisée d'avance

dans des paramètres choisis au préalable. Cela nécessite une certaine conception de l'étendue du changement que l'on considère comme inacceptable. On ne peut arriver à un tel chiffre que par un jugement d'expert grâce à des réunions avec les parties ayant des intérêts réels. Certains des participants à ces réunions comprendraient les ministères gouvernementaux, les institutions de recherche et les représentants de certains groupes et organismes publics. La participation de ces groupes d'intérêts à l'établissement de seuils d'importance est essentielle. Il est également important d'établir, dès le début, des objectifs de programme explicites et de les consigner dans la documentation appropriée.

Une étendue de changement choisie au préalable est nécessaire pour déterminer les exigences de conception précises du programme de surveillance. Par exemple, si l'on fixe l'étendue de l'écart à 5 %, la fréquence, la couverture et la durée de l'échantillonnage nécessaires pour détecter le niveau de changement différeront des programmes où cette étendue est fixée, mettons à 10 %.

Il importe ici d'envisager deux facteurs additionnels puisqu'ils ont une influence sur la conception du programme :

(i) la probabilité de déclarer une répercussion importante lorsqu'il n'y en a eu aucune;

(ii) la probabilité de ne déclarer aucune répercussion importante lorsqu'il y en a une.

Cette discussion portait principalement sur les écarts de surveillance dans les systèmes biologiques. Bien que la surveillance des systèmes sociaux soit fondamentalement plus complexe, l'utilisation de sites de «traitement» et de sites de «contrôle» comme base de comparaison pour déterminer les impacts environnementaux demeure applicable. Tout comme pour la conception et la mise en oeuvre de programmes de surveillance de base, il est essentiel de faire preuve de pragmatisme. La conception et la durée de programmes de surveillance des répercussions sont inévitablement tributaires de la disponibilité des ressources humaines et financières. Malgré ces limites, l'investissement dans la conception statistique de ces projets ne peut que porter fruit durant les vérifications de projets.